MANUEL
DE
L'ARTIFICIER,
OU

L'ART DE FAIRE TOUTES SORTES DE FEUX D'ARTIFICE A PEU DE FRAIS, ET D'APRÈS LES MEILLEURS PROCÉDÉS;

PAR M. VERGNAUD,
CAPITAINE D'ARTILLERIE.

PARIS,
RORET, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE,
AU COIN DE CELLE DU BATTOIR.

COLLECTION DE MANUELS,

FORMANT UNE ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES ET DES ARTS,

FORMAT IN-18.

Les suivans sont en vente.

Manuel d'Arpentage, ou Instruction sur cet art et celui de lever les plans, par M. Lacroix, membre de l'Institut. 1 vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Arithmétique démontrée, par M. Collin. 6e édit. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de l'Artificier, contenant les Élémens de la pyrotechnie civile et militaire; par A. D. Vergnaud, capitaine d'artillerie, et ancien élève de l'Ecole Polytechnique. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel d'Astronomie, par M. Bailly. 2 fr. 50 c.

Manuel Biographique, ou Dictionnaire historique abrégé des grands Hommes, par M. Jacquelin. 2 gr. vol. 6 fr.

Manuel complet de Botanique, contenant les principes élémentaires de cette science; par M. Boitard, 1 vol. orné de planches. 3 fr. 50 c.

Manuel du Boulanger et du Meunier, par M. Dessables. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Brasseur, ou l'Art de faire toutes sortes de Bières, par M. Riffault. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Chamoiseur, Maroquinier, Peaussier et Parcheminier; par M. Dessables. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel du Chasseur et des Gardes-Chasses, suivi d'un Traité sur la Pêche; par M. de Mersan. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie, par M. Riffault. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie amusante, par le même. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Cuisinier et de la Cuisinière, par M. Cardelli. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Demoiselles, par madame Elisab. Celnart. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel du Distillateur-Liquoriste, par M. Lebeaud. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Draps, par M. Bonnet, ancien fabricant à Lodève. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Sucre et du Raffineur; par MM. Blanchette et Zoéga. 1 vol. 3 fr.

Manuel des Gardes-Malades, par M. Morin. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Le nouveau Géographe manuel, par M. Devilliers. 1 vol. orné de 7 cartes. 3 fr. 50 c.

Manuel des Habitans de la campagne. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel complet du Jardinier, dédié à M. Thouin; par M. Bailly. 2 vol. 5 fr.

Annuaire du Jardinier et de l'Agronome, pour 1826, par un *Jardinier-agronome*. 1 vol. in.18. 1 fr. 50 c.

Cet Annuaire paraîtra au 1er janvier de chaque année, et tiendra au courant de toutes les Découvertes le Manuel du Jardinier.

Manuel du Limonadier, du Confiseur et du Distillateur,

par M. Cardelli. 1 v. 2 fr. 50 c.

Manuel de la Maîtresse de maison, et de la Parfaite Ménagère, par mad. Gacon-Dufour. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Marchands de Bois et de Charbons, suivi de nouveaux Tarifs du Cubage des bois, etc.; par M. Marié de l'Isle. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Médecine et de Chirurgie domestiques. 1 v. 2 f. 50

Manuel de Minéralogie, par M. Blondeau. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Naturaliste préparateur, par M. Boitard. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Parfumeur, par mad. Gacon-Dufour. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Pâtissier et de la Pâtissière. 2 fr. 50 c.

Manuel du Peintre en bâtimens, du Doreur et du Vernisseur, par M. Riffault. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de Perspective, du Dessinateur et du Peintre, par M. Vergnaud. 3 fr.

Manuel de Physique, par M. Bailly. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel pratique des Poids et Mesures, des Monnaies et du Calcul décimal; par M. Tarbé, 12e édition. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Praticien, ou Traité de la science du Droit, par M. D...., avocat. 3 fr. 50 c.

Manuel du Tanneur, du Corroyeur, de l'Hongroyeur, par M. Chicoineau. 3 fr.

Manuel du Teinturier, suivi de l'Art du Dégraisseur, par M. Riffault. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Vétérinaire, contenant la connaissance générale des chevaux, la manière de les élever, de les dresser et de les conduire; par M. Lebeaud. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Vigneron français, par M. Thiébaut de Bernéaud. 1 vol. 3 fr.

Beaucoup d'autres ouvrages de la même Collection sont sous presse; les suivans paraîtront sous peu.

Manuel d'Architecture, de Maçonnerie et de Briqueterie, ou Traité général de l'Art de bâtir. 2 vol. ornés de planches. 6 fr.

Manuel de l'Imprimeur, ou Traité simplifié et complet de cet Art; par M. E. Audoin de Geronval, et revu par M. Crapelet, imprimeur. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Pêcheur français, ou Traité général de toutes sortes de Pêches, contenant l'Histoire naturelle des Poissons, la manière de pêcher chaque espèce en particulier; l'Art de fabriquer les filets, un Traité sur les Étangs, un Précis des Lois, Ordonnances et Réglemens sur la pêche; un modèle des rapports ou procès-verbaux qui doivent être dressés par les gardes-pêche, etc.; par M. Pesson-Maisonneuve. 1 vol. 3 fr.

Manuel complet d'Economie domestique.

Manuel théorique et pratique de Musique vocale et instrumentale, par M. Choron.

Manuel de Physique amusante, ou nouvelles Récréations physiques; par M. Julia Fontenelle.

MANUEL
DE
L'ARTIFICIER,

OU

L'ART DE FAIRE TOUTES SORTES DE FEUX D'ARTIFICE

A PEU DE FRAIS, ET D'APRÈS LES MEILLEURS PROCÉDÉS ;

CONTENANT

Les Élémens de la Pyrotechnie civile et militaire, leur application pratique à tous les artifices connus jusqu'à ce jour, et à de nouvelles combinaisons fulminantes :

PAR M. VERGNAUD,

Capitaine au 2e régiment d'artillerie à cheval, ancien élève de l'École Polytechnique, membre titulaire de la Société royale académique des Sciences de Paris.

ORNÉ DE PLANCHES.

PARIS,

RORET, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE,
AU COIN DE CELLE DU BATTOIR.

1826.

AVERTISSEMENT.

En indiquant au lecteur, à la fin de ce Manuel, les titres d'un grand nombre de livres français et étrangers relatifs au sujet que nous y traitons, nous avons cru pouvoir nous dispenser de les citer dans le corps de l'ouvrage. Cependant nous nous sommes fait un devoir de nous aider dans notre travail, pour le rendre aussi complet et aussi utile que possible, non seulement des livres imprimés, mais encore des manuscrits et de tous les renseignemens que nous avons pu nous procurer : c'est la marche que nous avons suivie dans les différens Manuels qui ont paru jusqu'à ce jour sous notre nom. Mais en nous emparant ainsi des lumières des autres pour les approprier à notre expérience et à nos opinions personnelles, nous

leur abandonnons volontiers la louange de ce que le lecteur jugera bon dans notre livre, et nous nous réservons constamment le blâme de ce qu'il y pourra trouver à reprendre.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

SECONDE PARTIE.

TROISIÈME PARTIE.

FIN DE LA TABLE.

MANUEL

DE

L'ARTIFICIER.

PREMIÈRE PARTIE.

INTRODUCTION. MATIÈRES PREMIÈRES QUI SERVENT A LA CONFECTION DES ARTIFICES.

§. Ier.

INTRODUCTION.

Long-temps avant la poudre à canon, dont la découverte semble avoir précédé de beaucoup l'emploi dans les armes meurtrières, on faisait usage, soit à la guerre, soit dans les réjouissances publiques, de mélanges combustibles lumineux et détonans. C'est dans la préparation de ces divers mélanges que consiste la *pyrotechnie* (1), dont l'invention paraît

(1) Πυρ, feu; τεχνη, art; *Pyrotechnie,* art du feu.

appartenir aux Chinois, à qui l'on attribue également celle de la poudre et des canons : l'antiquité de l'empire de la Chine, quelques notions de tradition recueillies sur l'industrie de ses habitans et sur leurs plus anciennes guerres avec les Tartares, donnent un grand poids à cette opinion ; et si l'on considère la difficulté qu'il y a toujours eu et qui existe encore de communiquer avec ce pays, on jugera facilement que l'usage de la poudre et du canon dont les Chinois se faisaient gloire d'être les inventeurs, sera demeuré pendant très longtemps particulier à ce peuple.

Il n'est pas impossible cependant que *Roger Bacon*, philosophe anglais du treizième siècle, et *Barthold Schwartz*, moine allemand du quatorzième siècle, regardés par quelques auteurs comme les inventeurs de la poudre à canon, aient, chacun séparément et sans avoir connaissance du secret des Chinois, découvert effectivement la composition de la poudre. Quoi qu'il en soit, l'emploi de la poudre dans des canons ne remonte guère qu'au milieu du quatorzième siècle pour les différens états de l'Europe, et plus de deux siècles avant cette époque les feux d'artifice de réjouissances

étaient en usage à la Chine et dans quelques états de l'Asie. Dans des temps plus reculés encore, le feu grégeois qui brûlait sous l'eau, et quelques autres compositions incendiaires bien connues maintenant, et sur lesquelles on a long-temps débité les fables les plus absurdes, paraissent avoir été employés à la guerre par différens peuples, comme un puissant moyen de destruction.

La pyrotechnie, reléguée d'abord parmi les secrets des alchimistes, exploitée ensuite sans discernement par des ouvriers à qui les premiers principes de la chimie et de la physique étaient également inconnus, n'a été pendant très long-temps qu'un métier mystérieux que l'on ne pouvait exercer sans une espèce d'initiation; et, malgré la publication d'un grand nombre d'ouvrages qui indiquaient très exactement les recettes de toutes les compositions d'artifice connues, quelques artificiers de profession n'en persistaient pas moins à se targuer de prétendus secrets de famille sans lesquels, disaient-ils, il était impossible de confectionner un feu d'artifice passable. Mais, grâces aux progrès de la chimie, nous devons considérer maintenant la pyrotechnie sous un plus noble

aspect ; c'est un art véritable, dont les élémens simples et faciles peuvent être mis à la portée de tout le monde. Ces élémens reposent en effet sur la connaissance chimique d'un petit nombre de substances dont quelques-unes sont éminemment combustibles, et sur la combinaison de ces substances entre elles pour produire des combustions vives ou lentes, des feux de diverses couleurs, et des effets lumineux ou détonans d'une plus ou moins grande énergie.

Ce Manuel se trouvera donc divisé naturellement en trois parties : dans la première, nous décrirons avec soin les substances qui servent à la confection des artifices, les moyens d'en reconnaître la bonne qualité, et les procédés les plus sûrs et les moins dispendieux pour les obtenir à l'état de pureté convenable : nous traiterons dans la seconde des phénomènes de la combustion et des combinaisons simples et composées des substances précédemment décrites ; nous ne donnerons pas seulement les compositions d'artifice connues jusqu'à ce jour, nous y en ajouterons quelques autres ; et nous tâcherons surtout, par ces véritables élémens de pyrotechnie, de mettre nos lecteurs sur la

voie de découvertes nouvelles, qui peuvent être tentées avec fruit et sans danger quand on connaît parfaitement les propriétés chimiques des substances qu'on y emploie : dans la troisième partie enfin, on trouvera tous les détails nécessaires à la manipulation, à la confection et à la disposition des pièces d'artifice de toutes les espèces.

§. II.

MATIÈRES PREMIÈRES QUI SERVENT A LA CONFECTION DES ARTIFICES.

Nous comprendrons sous ce titre non seulement les substances combustibles qui peuvent entrer directement dans les compositions d'artifice, mais encore celles qui sont d'un usage habituel dans les salles d'artifice, et nous les classerons toutes dans l'ordre alphabétique, afin d'en faciliter la recherche. Dans la description de ces substances, nous nous attacherons surtout à présenter les faits et les manipulations chimiques qui ont le plus d'analogie avec les travaux de l'artificier, de manière à ce qu'il puisse en envisager l'ensemble et la théorie sous le point de vue le plus convenable à l'étude de la pyrotechnie.

§. III.

ALCOOL ; ALUN ; AMBRE ; ANTIMOINE.

Alcool.

Le liquide appelé *alcool* ou *esprit de vin*, s'obtient par distillation du *vin*, de la *bière* et autres liqueurs fermentées. Le terme d'alcool, dans sa signification rigoureuse, ne s'applique qu'à l'esprit pur, obtenu par distillation et rectification subséquente de tous liquides qui ont éprouvé la fermentation vineuse, et d'aucun autre que de ceux qui en sont susceptibles; mais on l'emploie communément pour désigner l'esprit plus ou moins dépouillé d'eau, tel qu'il se trouve ordinairement dans le commerce.

C'est par la distillation des liqueurs fermentées que s'obtiennent les esprits ardens, et ils ont reçu différens noms suivant la nature des liqueurs dont ils proviennent. Ainsi on a appelé *eau-de-vie* l'esprit obtenu du vin, *rum* celui qu'on retire du jus fermenté de la canne à sucre, *whiski* et *gin* ceux que produit l'infusion fermentée de la drèche ou grain, etc. Mais tout esprit ardent, quelle que soit sa

dénomination, se compose presque entièrement de trois ingrédiens : d'*eau*, d'*esprit pur* ou *alcool*, et d'un peu d'*huile* ou *résine* qui lui donne son odeur et sa couleur.

Comme il n'est pas en notre pouvoir de former immédiatement l'alcool des élémens qui le constituent, nous sommes forcés de recourir au procédé de la fermentation par lequel ses principes sont d'abord débarrassés des substances où il existait combiné, et unis alors en un composé nouveau. Par la distillation de ce composé on obtient l'alcool étendu d'eau et accompagné d'huile essentielle; et, par la rectification, on le sépare de l'eau et de cette huile. Il paraît qu'une condition essentielle à la formation de l'alcool, est que le liquide qui fermente contienne de la matière sucrée, dont la présence est indispensable à l'espèce de fermentation appelée *vineuse*.

La méthode de se procurer des esprits ardens par distillation date de temps très reculés, et, quoique l'on ne connaisse pas l'époque précise où elle fut mise en usage, il est probable qu'elle a précédé à peine le temps des alchimistes, et que c'est dans le nord de l'Europe qu'elle a été le plus anciennement pratiquée. Il existe un

grand nombre d'appareils distillatoires, ou alambics, qui varient de formes et de dimensions suivant les différens pays où l'on s'en sert; ils se composent en général d'une chaudière recouverte d'un chapiteau et d'une allonge recourbée qui aboutit à un serpentin en spirale placé dans un réfrigérant. On introduit la liqueur fermentée qu'on veut soumettre à la distillation dans l'alambic, dont, en y comprenant le chapiteau, elle doit occuper au moins les trois quarts, et l'on distille à une douce chaleur pendant tout aussi long-temps qu'il passe de l'esprit, ce qui a lieu jusqu'à ce que la liqueur ait été réduite à moitié environ. Plus l'opération est conduite lentement, moins le produit est souillé d'huile essentielle, et moins il y a lieu de craindre que ce produit soit avec empyreume.

Voici d'ailleurs un procédé simple et d'une grande élégance que MM. Adam et Duportal ont substitué à la méthode ancienne de distillation du vin et de la bière. Au chapiteau de l'alambic est adapté un tuyau recourbé qui va se rendre dans un grand vase de cuivre; de celui-ci part de la même manière un tuyau semblable, entrant dans un second vase, et

ainsi de suite dans quatre vases, dont le dernier communique avec le serpentin placé dans un premier réfrigérant. Ce réfrigérant, ainsi que la chaudière et les deux premiers vases les plus rapprochés d'elle, sont chargés de la liqueur avec laquelle on doit opérer. Lorsque l'ébullition a lieu dans la chaudière, les vapeurs qui s'en dégagent ne tardent pas à faire bouillir la liqueur dans les deux vases près d'elle. De ces vases, où le liquide est ainsi mis en ébullition, il s'élève des vapeurs qui passent dans les deux vases suivans; ces vases qui sont vides sont échauffés promptement par la vapeur; et, par l'effet de cette chaleur, il n'y a que la portion alcoolique la plus spiritueuse ou la moins condensable de la vapeur, qui arrive au serpentin du premier réfrigérant. La liqueur qui submerge ce serpentin acquiert aussi de la chaleur, mais plus lentement; la vapeur qui le traverse, devenant liquide à mesure qu'elle cède de son calorique, est conduite à cet état dans un second serpentin logé dans un autre réfrigérant rempli d'eau froide.

Lorsqu'il s'agit de charger la chaudière, on la remplit, au moyen d'un robinet, de la liqueur du vase qui est le plus près. Celui-ci

l'est à son tour de celle du second vase, et c'est par la liqueur du premier réfrigérant que ce vase est rempli. Il est évident, d'après cette disposition, qu'en maintenant à une certaine température les troisième et quatrième vases, on peut faire arriver directement à l'extrémité la plus reculée de l'appareil, de l'alcool de tout degré quelconque de légèreté. Ce procédé procure en même temps la plus grande économie de combustible et un esprit de la meilleure qualité. On pouvait à peine faire disparaître l'*arrière-goût de l'esprit* dans l'ancienne méthode, en le mettant infuser avec du charbon et en distillant de nouveau; mais, dans cette manière actuelle d'opérer, l'esprit, dès qu'on l'obtient, a une saveur et une odeur des plus agréables.

La force de l'alcool, mesurée par sa pesanteur spécifique, varie considérablement suivant qu'il est plus ou moins rectifié; mais l'alcool le plus pur qu'on puisse obtenir contient encore une grande quantité d'eau. La pesanteur spécifique de l'alcool du commerce est d'environ 0,84 à la température de 16o degrés centigrades. On peut la réduire jusqu'à 0,82 au moyen du sous-carbonate de potasse, et même jusqu'à

0,80 au moyen du chlorure de calcium, par les procédés suivans : On mêle avec l'alcool du commerce du sous-carbonate de potasse très sec et très chaud ; ce sel, qui a une très grande affinité pour l'eau, et qui est presque entièrement insoluble dans l'alcool, se combine avec l'eau de l'esprit, et la dissolution ainsi formée descend vers la partie inférieure du vaisseau, tandis que l'alcool, comme plus léger, surnage. On fait écouler cette dissolution au moyen d'un robinet, et, pour purger l'alcool ainsi obtenu de la potasse qu'il contient en petite quantité, on le distille de nouveau au bain-marie et sans pousser la dissolution jusqu'à siccité.

On chauffe au rouge du chlorure de calcium en poudre ; on le met tout chaud dans une cornue, et l'on verse dessus par intervalle une quantité à peu près égale en poids de l'alcool à 0,80 obtenu par le sous-carbonate de potasse. On place alors la cornue sur un bain de sable, et, après y avoir ajusté un récipient, on fait bouillir la liqueur jusqu'à ce que le sel soit dissous et forme avec l'alcool une liqueur épaisse. On met de côté la portion passée dans le récipient, et ensuite on distille le tout jusqu'à siccité par une ébullition ménagée.

L'alcool est un liquide très volatil, parfaitement limpide, incolore comme l'eau, d'une saveur forte et pénétrante, mais agréable ainsi que son odeur.

Si on l'enflamme à l'air, il brûle avec une flamme bleue et sans laisser de résidu.

Suivant Saussure, l'alcool est un composé de

hydrogène	13,70
carbone	51,98
oxigène	34,32
	100,00

Ou bien de

gaz hydrogène carboné	61,63
eau	38,37
	100,00

Et suivant le docteur Thomson, c'est un composé de

3 atomes hydrogène.

2 atomes carbone.

1 atome oxigène.

Lorsqu'on brûle de l'alcool qui contient certaines substances salines en dissolution, sa flamme est d'une teinte diversement colorée. Ainsi les *sels* de *strontiane* la rendent pourpre; les sels cuivreux, verte; les nitrates, surtout

celui de potasse, jaune, ardente et lumineuse.

C'est à raison de ces propriétés que l'alcool doit être employé par l'artificier, qui se sert aussi d'esprit de vin ou d'eau-de-vie pour réduire en pâte, en les humectant, certaines compositions d'une combustion vive et brillante.

Alun.

Ce sel important, et qui fut bien connu des anciens qui l'employaient dans la teinture, a été l'objet de nombreuses recherches sous le rapport de sa fabrication et de sa composition. On le rencontre très rarement à l'état natif, toujours en très petite quantité, et encore est-il souvent mêlé avec des substances étrangères. La plus grande partie de ce sel s'extrait de différens minéraux appelés *mines d'alun ;* la plus célèbre de ces mines est celle de la Tolfa, près Civita-Vecchia en Italie; l'alun qui en provient est connu dans le commerce sous le nom d'*alun de Rome ;* il a passé long-temps pour le plus pur que l'on pût se procurer ; mais depuis la découverte des principes constituans de l'alun, il s'est établi en France et en Angleterre plusieurs ateliers où l'on forme de

toutes pièces un alun beaucoup plus pur que celui de Rome.

Voici le procédé recommandé par Curaudau. Cent parties d'argile et cinq d'hydrochlorate de soude sont mises à l'état de pâte avec de l'eau et pétries en pains, dont on remplit un four à réverbère où l'on entretient un feu vif pendant deux heures. On les réduit ensuite en poudre que l'on met dans une grande caisse de plomb peu profonde, et l'on y ajoute peu à peu de l'acide sulfurique, jusqu'au quart du poids de la poudre, en ayant soin de bien remuer le mélange à chaque addition. Dès que le dégagement d'acide hydrochlorique a cessé, on verse dans le liquide une quantité d'eau égale à celle de l'acide employé, et l'on remue de nouveau. Quand la chaleur est diminuée, on ajoute une nouvelle portion d'eau et ainsi de suite successivement et par petites parties à la fois, jusqu'à ce qu'on ait mis dans le liquide huit ou dix fois autant d'eau qu'il y avait été ajouté d'acide. Le tout bien déposé, on décante la liqueur dans des vaisseaux de plomb, et l'on verse sur le sédiment une quantité d'eau égale au liquide enlevé; on mêle les deux liqueurs et l'on y ajoute une dissolution de

potasse, telle que l'alcali qui s'y trouve soit égal au quart du poids de l'acide sulfurique. Au bout de quelque temps, la liqueur en refroidissant donne des cristaux d'alun qui s'élèvent à trois fois le poids de l'acide employé. On raffine cet alun en le faisant dissoudre dans la plus petite quantité possible d'eau bouillante. Le résidu peut être lavé avec une plus grande quantité d'eau, que l'on emploie dans la suite du procédé pour lessiver de nouvelles portions des ingrédiens.

L'alun est un sel triple, composé d'acide sulfurique, d'alumine, et de potasse ou d'ammoniaque, unis ensemble. Quoique les propriétés de l'alun soient, dans toutes les circonstances, à peu près les mêmes, il a cependant été démontré par Vauquelin qu'il s'en rencontre trois variétés dans le commerce. La première est le *sur-sulfate d'alumine et de potasse;* la seconde, le *sur-sulfate d'alumine et d'ammoniaque;* et la troisième, qui est un mélange ou une combinaison des deux premières, et qui contient l'un et l'autre alcali, la potasse et l'ammoniaque, est la plus commune de ces trois variétés. Vauquelin, Thénard et Roard ont analysé un grand nombre d'échantillons

d'alun fabriqué dans différens pays. Le résultat de leurs expériences fut qu'ils ne différaient tous que de très peu dans la proportion de leurs parties constituantes. Le résultat moyen de toutes les bonnes analyses faites jusqu'à présent, donne pour la composition del'alun, savoir :

suivant	Vauquelin.	Thénard et Roard.	Berzélius.
acide sulfur.	30,52	26,04	34,33
alumine....	10,50	12,53	10,86
potasse....	10,40	10,02....	9,81
eau.......	48,58	51,41....	45,00
	100,00	100,00	100,00

Et le docteur Thomson le considère comme étant un composé de 3 atomes de sulfate d'alumine, 1 atome de sulfate de potasse, et 23 atomes d'eau.

L'alun cristallise en octaèdres réguliers, consistant en deux pyramides tétraèdres, appliquées base à base. Sa saveur est douceâtre et très astringente ; sa pesanteur spécifique est de 1,7109 suivant Hassenfratz, et de 1,738 suivant Fahrenheit. Il est soluble à froid dans vingt-cinq parties d'eau environ, et dans les 0,75 de son poids d'eau bouillante. Il s'effleurit lé-

gèrement à l'air ; à une douce chaleur, il se fond dans son eau de cristallisation. Si l'on continue à chauffer, il se boursoufle, il écume, et perd, suivant Bergman, environ les 0,44 de son poids ; ce qui reste alors s'appelle *alun calciné* ou *brûlé*, et s'emploie quelquefois comme corrosif.

Le bois, trempé dans une dissolution d'alun suffisamment concentrée, ne prend feu que difficilement : il en est de même du papier qu'on y a plongé, qui par là est rendu plus propre à la conservation de la poudre à canon, et qui de plus n'est pas hygéométrique. C'est surtout à raison de cette propriété que l'alun peut être employé à différens usages dans les salles d'artifice.

Ambre.

L'ambre, que les anciens appelaient *electrum* et que l'on désigne quelquefois dans les traités d'artifice par le nom de *karabé*, est une substance dure, cassante, insipide, quelquefois parfaitement transparente, mais le plus souvent demi-transparente ou opaque, et à surface luisante. On en trouve de toutes couleurs, mais principalement de jaune ou

orangé, et souvent il renferme des feuilles ou des insectes. Sa pesanteur spécifique est de 1,065 à 1,00. Il devient électrique par frottement; quand on le racle ou qu'on le chauffe, il répand une odeur agréable, et particulièrement quand on le fond, ce qui a lieu à 230° centigrades; mais alors il perd sa transparence.

L'ambre, que l'on rencontre quelquefois en morceaux détachés sur les bords de la mer, se trouve en abondance en mines régulières dans certains cantons de la Prusse. La couche supérieure se compose de sable, sous lequel en est une de terre grasse; puis un lit de bois, dont quelques morceaux sont entiers, et d'autres qui ont conservé toutes leurs formes, sont changés en une substance bitumineuse. Il y a sous le bois une couche de minerai alumineux dans lequel se trouve l'ambre, qui, suivant M. Brewster, est un *suc végétal* endurci. Quoi qu'il en soit, l'ambre donne à la distillation de l'hydrogène carboné, du gaz acide carbonique, de l'eau acidule, et ensuite une huile claire et transparente d'abord, mais qui se rembrunit et s'épaissit peu à peu.

On ne se sert plus que rarement de l'ambre

dans les compositions d'artifice. On l'employait souvent autrefois, pilé et passé au tamis de soie, dans les feux de lance, pour les colorer en jaune.

Antimoine.

C'est par ce nom que l'on désignait anciennement et que l'on désigne encore parfois dans le commerce un minéral d'un gris bleuâtre foncé, avec éclat métallique, qui a long-temps appelé l'attention et les travaux de toute espèce des alchimistes. Ce minéral, qu'on nomme quelquefois aussi *antimoine cru*, n'est cependant que le sulfure d'antimoine, et le métal lui-même, après qu'il eut été découvert, s'appelait *régule d'antimoine*. Il a également conservé cette dénomination dans le commerce, où il est répandu en assez grande abondance, à raison de ses usages multipliés. On l'emploie en effet à la préparation de l'*émétique* qui jouissait autrefois d'une si grande célébrité en médecine, à celle du *kermès minéral* que l'on a introduit depuis peu avec avantage dans l'impression en calicots; son alliage avec l'étain sert pour les planches à graver la musique, et son alliage avec le plomb (16 parties de plomb

et 1 d'antimoine) constitue le métal des caractères d'imprimerie.

L'antimoine ou régule d'antimoine est un métal d'un blanc grisâtre avec grand éclat; sa texture lamelleuse est composée de plaques qui se croisent dans tous les sens et qui ont quelquefois l'apparence de cristaux imparfaits. Il a une odeur et une saveur très sensibles, et qu'on reconnaît particulièrement lorsqu'on en a tenu et frotté quelque temps des morceaux entre les doigts. Sa dureté est à peu près la même que celle de l'or; sa pesanteur spécifique, suivant Brisson, est de 6,702; mais Bergman la porte à 6,86.

L'antimoine est très cassant, et peut facilement être réduit en poudre fine dans un mortier. Il fond à 432° centigrades ou lorsqu'il est chauffé au rouge; et si alors la chaleur est continuée à l'air, il se combine peu à peu avec l'oxigène et s'élève en une fumée blanche que l'on peut recueillir et que l'on appelait autrefois *fleurs argentines d'antimoine;* c'est l'oxide blanc d'antimoine.

L'antimoine n'éprouve à l'air d'autre altération que la perte de son éclat métallique, et l'eau n'a point d'action sur lui à froid; mais,

si l'on fait passer un courant de vapeur d'eau sur le métal rouge de feu, elle est alors si rapidement décomposée, qu'il en résulte une détonation violente. Nous ne nous étendrons pas davantage sur les propriétés nombreuses de l'antimoine; mais nous dirons quelques mots du sulfure d'antimoine, ou antimoine cru, dont on se servait autrefois de préférence pour les compositions d'artifice, quoique rien ne justifie cette préférence que sa propriété de se broyer plus aisément, et la facilité de le trouver partout dans le commerce; car c'est à l'état de sulfure qu'on rencontre l'antimoine dans la nature, et il constitue presque la seule mine que l'on exploite. Il est d'un léger gris de plomb avec éclat métallique; beaucoup plus fusible que l'antimoine, il se broie plus facilement, et on peut l'obtenir cristallisé en le laissant refroidir lentement. Sa texture est ordinairement lamelleuse ou rayonnée, et sa pesanteur spécifique n'est que de 4,368 environ, suivant Thomson. Sa composition, qui est, suivant Vauquelin, de

antimoine...... 100
soufre......... 33,333

et suivant Berzélius, de

antimoine......	100
soufre.........	37

est, suivant Thomson, de

antimoine......	100
soufre.........	35,572

ou bien de 1 atome d'antimoine et 1 atome de soufre.

On peut former artificiellement le sulfure d'antimoine, en fondant dans un creuset un mélange de soufre et d'antimoine; mais alors, suivant le professeur Proust, la composition de ce sulfure artificiel, quelles que soient les proportions de soufre et d'antimoine qui ont concouru à la formation, est constamment de 100 d'antimoine et de 35 de soufre.

On peut employer presque indistinctement, dans les compositions d'artifice, l'antimoine ou le sulfure d'antimoine; car il n'y joue pas un rôle aussi important, à beaucoup près, que les anciens artificiers le croyaient généralement. Cependant l'antimoine doit être plus actif que le sulfure; il sert à réunir et à lier les matières qui se trouvent en fusion avec lui; il donne de l'activité au feu, qu'il rend

vif et pénétrant, facile à se communiquer, et très difficile à éteindre, à raison de son âpreté et de son énergie.

§. IV.

ARGENT; ARGENT FULMINANT; CAMPHRE.

Argent.

L'argent est le plus blanc des métaux; il ne le cède qu'à l'or en malléabilité, et peut-être qu'à l'acier pour l'éclat de son poli : plus mou que le cuivre, mais plus dur que l'or, il est d'une ductilité et d'une ténacité également remarquables; il peut être tiré en fils beaucoup plus fins que les cheveux, et tels qu'avec $0^{gr.}$,065 d'argent seulement, on peut faire un fil d'environ 122 mètres de longueur; sa ténacité est telle, qu'un fil de ce métal de deux millimètres de diamètre peut supporter, sans se rompre, un poids de 85 kil. 062. Sa pesanteur spécifique est de 10,4 à 10,6, suivant qu'il est fondu ou fortement écroui; il rougit avant de se fondre, et sa fusion exige un haut degré de chaleur, 538° centigrades suivant Bergman, et 22° du pyromètre de Wedgewood suivant Kennedy. A l'aide d'une puissante batterie galvanique,

on peut, suivant le docteur Ure, faire brûler une feuille d'argent avec une lumière verte très éclatante.

L'acide nitrique dissout au-delà de la moitié de son poids d'argent; et si l'on ajoute à cette dissolution un sel à base alcaline quelconque contenant l'acide hydro-chlorique, la base alcaline s'unit avec l'acide nitrique, et il se forme un précipité insoluble de chlorate d'argent. Ce précipité étant très apparent, on se sert de la dissolution d'argent dans l'acide nitrique, comme réactif indiquant la présence de l'acide hydro-chlorique dans des eaux; car une seule goutte de cette liqueur versée dans ces eaux y occasionne un nuage sensible. Ce réactif doit être bien connu de l'artificier, auquel il est indispensable pour s'assurer de la pureté de quelques substances à son usage, et notamment de celle du salpêtre, ainsi que nous le verrons plus tard.

Argent fulminant.

Il existe plusieurs variétés distinctes d'argent fulminant; la plus anciennement connue est celle de l'*argent ammoniacal fulminant.* Sa découverte, qui ne date que de 1788, est due

à Berthollet, et voici le procédé de sa préparation. On dissout de l'argent très pur dans l'acide nitrique, et on le précipite de cette dissolution par l'eau de chaux. On met le précipité sur du papier à filtrer, qui absorbe l'eau et le nitrate de chaux qui y étaient mêlés ; on met sur ce précipité de l'ammoniaque liquide pure, et on l'y laisse pendant douze heures. On décante alors la liqueur, et l'on dépose avec précaution et par petites portions, sur des morceaux de papier à filtrer, la poudre noire qui reste après la décantation : c'est l'argent ammoniacal fulminant. Ce précipité, lors même qu'il est encore humide, fulmine avec violence quand il est frappé par un corps dur ; et, lorsqu'il est sec, le plus léger contact suffit. Si l'on chauffe dans une cornue le liquide décanté, il y a effervescence, dégagement de gaz azote, et formation de petits cristaux opaques avec éclat métallique ; ces cristaux fulminent dès qu'on les touche, lors même qu'ils sont recouverts de la liqueur, et souvent ils brisent en morceaux les vaisseaux dans lesquels on les garde. Ces cristaux, suivant l'opinion du docteur Ure, sont un composé d'oxide d'argent et d'azote, et le déve-

loppement instantané des gaz condensés est la cause de la détonation.

Suivant Berthollet, cette poudre dangereuse est un composé d'ammoniaque et d'oxide d'argent ; par le frottement ou l'application de la chaleur, la combinaison de l'oxigène de l'oxide avec l'hydrogène de l'ammoniaque a lieu ; il y a formation d'eau, réduction de l'argent, dégagement de gaz azote, et c'est par la grande expansibilité de ce gaz par la chaleur que s'explique la violence de l'explosion.

On prépare encore de la manière suivante un autre argent fulminant que Descotils avait appelé *argent détonant*, pour le distinguer de celui que nous venons de décrire.

On met dans un matras de verre mince 2gr.,12 d'argent de coupelle ou même d'argent monnayé, qu'on a eu le soin de réduire préalablement en très petits morceaux bien aplatis, et l'on verse dessus 21gr.,20 d'acide nitrique froid à 40° de l'aréomètre de Beaumé. On chauffe le tout bien doucement, et avec précaution, sur un bain de sable ; et dès que le liquide entre en ébullition, on retire le matras du bain, et on laisse tranquillement s'achever la dissolution de l'argent par l'acide nitrique.

Quand cette dissolution est complète, et que la liqueur, tout-à-fait limpide, est devenue froide, on y verse d'un seul trait 21gr.,76 d'alcool froid à 36° de l'aréomètre de Cartier, en l'agitant ensuite un peu pour mêler le tout.

On replace le matras sur le bain de sable, qu'on chauffe de nouveau graduellement et avec une excessive précaution, pour éviter les graves accidens qui auraient infailliblement lieu si l'effervescence qui se manifeste devenait assez violente pour chasser le liquide hors du vase. Bientôt il se dégage des vapeurs abondantes, de couleur blanchâtre et d'une odeur prononcée d'éther nitrique, qui cessent peu à peu, à mesure que la liqueur se trouble et qu'il s'y forme un précipité. Dès que ce précipité, en se déposant au fond du verre, occasionne une ébullition intermittente qui soulève violemment la liqueur, il faut retirer de suite le matras; on décante à froid, on lave sur un filtre avec de l'eau distillée, et l'on fait sécher entre des feuilles de papier brouillard ce précipité blanchâtre, qui n'est autre chose que l'argent fulminant. Cette matière encore humide, et même sous l'eau, détone au moindre choc, par le simple froissement d'une barbe de

plume, quelquefois même spontanément, et toujours avec une énergie foudroyante ; elle détone également par l'étincelle électrique, se dissout un peu dans l'eau, et a une saveur fortement métallique : la lumière l'altère faiblement. L'acide sulfurique concentré lui fait prendre feu, et est projeté à une distance considérable ; l'acide sulfurique étendu semble la décomposer lentement.

La théorie de la composition et de la détonation des métaux fulminans ne paraissant pas encore fixée d'une manière positive et invariable, nous nous contenterons d'exposer les opinions émises sur ce sujet jusqu'à ce jour, sans nous permettre de discuter le mérite de ces diverses théories chimiques. L'opinion de Berthollet, telle que nous venons de la donner relativement à l'argent fulminant qu'il a découvert, était la plus généralement reçue, lorsque le docteur Just-Liebig publia dans les *Annales de Chimie*, en novembre 1823, une série d'expériences tendant à établir l'existence d'un acide fulminique et celle de fulminates métalliques, alcalins et terreux. MM. Gay-Lussac et Liébig cherchèrent depuis à constater, par une nouvelle série d'expériences, que

l'acide fulminique n'était autre que l'acide cyanique (composé d'un atome cyanogène et un atome oxigène), et imposèrent en conséquence le nom de *cyanates* aux fulminates nouvellement découverts. Suivant ces chimistes, le cyanate d'argent renferme 0,772 d'oxide métallique; et ils assignent d'ailleurs à la fulmination la même cause que lui assigne le docteur Ure, savoir, le développement instantané des gaz condensés.

Plus récemment, le capitaine d'artillerie Brianchon, dans son *Essai chimique sur les réactions foudroyantes*, imprimé à Paris en 1825, en adoptant la dénomination des cyanates et leur composition établie par MM. Gay-Lussac et Liebig, publia une théorie entièrement nouvelle du phénomène de leur détonation. Suivant les propres expressions de cet observateur, *la fulmination ne procède pas d'une simple expansion de gaz ou de vapeurs ; il se produit en outre, dans les réactions foudroyantes, une vive succion d'oxigène exercée par le mixte fulminant sur l'atmosphère ambiante. La fulmination diffère de l'explosion, en ce que l'explosion est toujours le résultat d'une simple force expansive, tandis*

que la fulmination est un phénomène complexe dont l'effet mécanique se compose de forces expansives et de forces dépressives.

Lorsque nous traiterons des combinaisons foudroyantes, nous tâcherons d'indiquer les changemens que la découverte de ces moyens de destruction peut apporter à quelques compositions d'artifice, et surtout à la confection des artifices de guerre.

Camphre.

Le camphre paraît avoir été connu de temps immémorial dans l'Orient, quoique son existence ait été ignorée des Grecs et des Romains. Les chimistes le rangeaient tantôt parmi les résines, et tantôt parmi les huiles volatiles, lorsque Neumann publia, en 1725, sa Dissertation sur cette substance. Il y présenta, dans le plus grand détail, l'examen de ses propriétés, et démontra qu'elles différaient de celles de toute autre substance; il en conclut qu'on devait considérer le camphre comme étant un principe végétal particulier.

La plus grande partie du camphre nous est apportée, en Europe, des Indes orientales; il y en a de deux sortes, l'une qui nous vient

de la Chine et du Japon, et l'autre des îles de Sumatra et de Bornéo. On les y obtient l'une et l'autre des racines, du bois et des feuilles de deux espèces de *laurus ;* ce sont les racines qui en fournissent le plus abondamment.

Le mode d'extraction du camphre, au Japon, consiste à distiller avec de l'eau le bois du *laurus camphora* dans de grandes cucurbites de fer surmontées de chapeaux en terre, dont on garnit l'intérieur de paille. Le camphre se sublime et se solidifie sur la paille sous forme d'une poudre grise, et il en passe une partie avec l'eau dans le récipient dont chaque cucurbite est munie. On le raffine ensuite en Europe par une seconde sublimation dans des vaisseaux de verre peu élevés, à fond aplati, placés dans du sable. Le camphre se solidifie à l'état de pureté à la partie supérieure du vaisseau, dont ensuite on le détache avec un couteau, après avoir rompu le verre. Lewis assure que la purification du camphre n'exige aucune addition, mais que le point principal consiste à régler le feu de manière que la partie supérieure du vaisseau puisse être assez chaude pour ramollir tout le su-

blimé, et lui faire prendre la forme d'une espèce de gâteau. Suivant M. Chaptal, les Hollandais purifient le camphre en le mêlant, avant la sublimation, avec environ 60 grammes de chaux vive par kilogramme; mais le professeur Robison nous apprend que le camphre, dans le vaisseau où la sublimation a lieu, est à l'état liquide; ce qui ne pourrait arriver si l'on employait de la chaux vive, au moins dans quelque proportion considérable.

Le camphre ainsi raffiné est une substance blanche, concrète, cristalline, ayant une odeur aromatique et une saveur brûlante et âcre; il n'est pas cassant, mais s'émiette facilement; et en l'humectant d'un peu d'alcool, on le réduit facilement en poudre très fine. Il est si volatil, qu'il s'exhale en totalité lorsqu'on le laisse exposé dans un air chaud; il est assez léger pour nager sur l'eau. Il est très inflammable, brûlant avec une flamme très blanche, et sans laisser de résidu; il n'est pas sensiblement soluble dans l'eau, quoiqu'il communique son odeur à ce liquide, et il peut être brûlé flottant à sa surface.

Il y a plusieurs espèces de camphre, qui diffèrent beaucoup entre elles dans leurs pro-

priétés ; les plus remarquables sont le *camphre ordinaire*, qui est celui que nous venons de décrire, le *camphre extrait d'huiles volatiles*, et le *camphre* obtenu en traitant l'*huile de térébenthine* avec l'*acide hydrochlorique*. Ces deux dernières espèces ne paraissent pas solubles comme la première dans l'acide acétique, et l'eau ne les précipite pas de leur dissolution dans l'acide nitrique concentré, comme cela a lieu avec le camphre ordinaire, dont la pesanteur spécifique varie de 0,9887 à 0,996, et dont l'alcool bien rectifié dissout les 0,75 de son poids. La composition du camphre ordinaire, suivant le docteur Thomson, est de 8 $\frac{1}{2}$ atomes de carbone, 10 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxigène.

Le camphre, à raison de sa grande inflammabilité et de la blancheur de sa flamme, entre dans la composition de quelques artifices, et serait peut-être d'un usage plus fréquent si son prix était moins élevé.

§. V.

CHARBON ; CHLORATE DE POTASSE ; CHLORATE DE STRONTIANE ; CIRE ; COLLE ; COTON.

Charbon.

Si l'on met un morceau de bois dans un creuset bien recouvert de sable, et maintenu pendant quelque temps à une chaleur rouge, ce bois est converti en une substance noire, brillante, cassante, inodore, insipide, connue sous le nom de *charbon de bois*. Pour les usages généraux, on convertit le bois en charbon, en l'établissant, sur un sol préparé à cet effet, en forme de pyramide, que l'on recouvre d'argile ou de terre, en y laissant pour l'accès de l'air quelques ouvertures, que l'on bouche dès que la masse est bien allumée; par ce moyen, la combustion est entretenue d'une manière imparfaite.

Les charbons s'allument plus ou moins facilement, et se consument en donnant plus ou moins de cendre, suivant la nature des bois dont ils proviennent. Les pesanteurs spécifiques des charbons varient aussi suivant le bois dont ils proviennent et le degré de leur carbonisation. La partie pure inflammable du

charbon est ce qu'on appelle ordinairement *carbone;* et la pesanteur spécifique du diamant, que l'on regarde comme du carbone pur, est de 3,50, suivant le docteur Thomson, tandis que la pesanteur spécifique des charbons est en général au-dessous de 1,00.

La quantité de carbone nécessaire pour former cent parties d'acide carbonique fut calculée, par Lavoisier, devoir être de vingt-huit parties; et, d'après une expérience faite avec soin par Tennant, il fallut 27,6 parties de diamant et 72,4 d'oxigène pour former cent parties d'acide carbonique, et il en conclut l'identité du diamant et de la partie inflammable du charbon. Lorsque Sir H. Davy exposa du charbon à une chaleur intense dans le vide et dans l'azote condensé, à l'aide de la magnifique batterie voltaïque de M. Children, ce charbon fut lentement volatilisé, et il abandonna un peu d'hydrogène. La partie restante était toujours plus dure qu'avant l'expérience, et dans un cas d'une assez grande dureté pour rayer le verre; et l'éclat du charbon était augmenté. Cette belle expérience peut être considérée comme se rapprochant de la production du diamant.

Les charbons les plus propres à la fabrication de la poudre et à la confection des artifices ne sont pas, comme on l'a cru longtemps, ceux que leur pureté rapproche le plus du carbone, mais bien ceux dont la combustibilité rapide, accélérée par l'hydrogène qu'ils renferment encore, laisse le moins de résidu. On ne doit d'ailleurs employer, pour la fabrication de la poudre et des artifices, que des charbons récemment préparés.

Les bois qui produisent le charbon le plus convenable à la fabrication de la poudre sont, le *bourdaine*, le *peuplier*, le *tilleul*, le *marronier*, le *coudrier*, le *fusain*, l'*aune*, le *châtaignier*; mais si ces charbons, légers et d'une combustion rapide et très active, conviennent également à quelques compositions vives d'artifice, il faut, dans quelques autres, employer de préférence les charbons de bois plus durs et plus denses, tels que le *chêne*, le *hêtre*, le *charme*, pour obtenir un effet moins subit et moins énergique, et une traînée de feu rougeâtre et très prolongée. Quel que soit d'ailleurs celui de ces différens bois dont on adopte l'emploi, il convient toujours de le couper dans la séve, et jamais lorsqu'il est mort; de

choisir les jeunes branches de cinq à six ans, et de les dépouiller de leur écorce, parce que c'est dans les vieux bois, ainsi que dans l'écorce, qu'existent en beaucoup plus grande proportion les principes terreux. Quel que soit aussi le mode que l'on suive pour la carbonisation, il est important de ne pas la pousser assez loin pour dépouiller complétement le bois de l'hydrogène qu'il renferme; car le charbon qui n'est pas complétement brûlé conviendra toujours mieux pour la poudre et les artifices, toutes choses égales d'ailleurs, que le charbon calciné. Cette observation est d'autant plus importante et mieux fondée, que le charbon jouit de propriétés tout-à-fait différentes suivant les degrés divers de sa carbonisation; par exemple, le charbon calciné, qui s'enflamme difficilement et qui se réduit facilement en poussier, est bon conducteur du calorique et de l'électricité, tandis que celui qui provient d'une carbonisation moins avancée est très inflammable, très difficile à réduire en poussier, et très mauvais conducteur du calorique et de l'électricité.

Le moyen le plus convenable pour fabriquer le charbon et pour régler le degré de la carboni-

sation, consiste à mettre du bois à l'état d'ignition dans des cylindres de fer; nous décrirons plus tard cet appareil qui sert en même temps à la préparation du vinaigre de bois, et nous indiquerons les précautions à prendre pour obtenir un charbon d'une qualité supérieure à employer dans la confection de la poudre à canon.

Le charbon est insoluble dans l'eau; il est infusible à tout degré quelconque de chaleur. Exposé à une température très élevée, en vaisseaux clos, il ne perd que peu ou rien de son poids; mais il se resserre, devient plus compacte, et acquiert une couleur noire plus foncée.

Le charbon récemment préparé a la propriété remarquable d'absorber différens gaz et de les condenser dans ses pores, sans que leurs propriétés ou les siennes propres en éprouvent la moindre altération. Peut-être devrait-on profiter de cette qualité absorbante du charbon, pour le charger d'hydrogène avant de l'employer à la fabrication de la poudre.

C'est au charbon que la poudre doit sa propriété d'absorber l'humidité dans une atmosphère ordinaire, et nous verrons plus tard que le salpêtre y contribue quand l'atmosphère devient très humide. Il est aisé de se convaincre de

cette vérité, en réfléchissant que, dans un appareil d'humectation où la poudre a pris jusqu'à 0,32 de son poids d'humidité, ces 0,32 ne pourraient être absorbés en totalité par le charbon dont le poids (0,125) n'en est qu'un peu plus du tiers : ces 0,125 de charbon n'ont pu absorber au plus que la moitié de leur poids, c'est-à-dire 0,0625 qui, retranchés de 0,32, donnent, pour l'absorption par le salpêtre, 0,2575, puisque le soufre n'absorbe pas l'humidité.

Ainsi, un kilogramme de poudre :

	kil.
salpêtre	0,75
soufre.....................	0,125
charbon....................	0,125
poudre....................	1,000
	kil.
dans l'appareil d'humectation, devient	1,3200
L'absorption totale est de..........	0,3200
Or, 0,125 de charbon ne peuvent absorber que...................	0,0625
Le soufre n'absorbant rien, 0,75 de salpêtre absorbent nécessairement	0,2575
Absorption totale............	0,3200

Si dans le dosage on veut ajouter à la force d'expansion de la poudre, par l'addition du charbon qui donne lieu à la production du gaz

oxide de carbone, on ne doit pas oublier non plus qu'une plus grande quantité de charbon, attirant davantage l'humidité, devient une cause plus active de la détérioration de la poudre.

Chlorate de potasse.

Ce sel, découvert par Berthollet, a long-temps été, sous le nom de *muriate sur-oxigéné* de potasse, *hyperoximuriate* de potasse, l'objet des nombreuses recherches des chimistes. Lorsque l'opinion de Humphy-Davy, que l'acide oximuriatique est un corps indécomposé, prévalut, et que le nom de *chlore* qu'il lui appliquait fut généralement admis, Berthollet fut le premier qui soupçonna l'existence de l'acide chlorique, et il obtint un chlorate de potasse en faisant passer un courant de chlore à travers une dissolution dans l'eau de carbonate de potasse, mais il ne put réussir à obtenir l'acide chlorique isolé; ce ne fut qu'en 1814 que Gay-Lussac se le procura dans cet état, et Vauquelin examina depuis les sels que cet acide forme avec les différentes bases.

On prépare le chlorate de potasse de la maniere suivante :

On fait dissoudre une partie de carbonate de potasse dans six parties d'eau; on introduit cette dissolution dans un appareil de Woulfe, et on sature la potasse en y faisant passer du chlore qu'on obtient en chauffant doucement dans une cornue un mélange pâteux de péroxide de manganèse et d'acide hydro-chlorique ordinaire du commerce. Il faut avoir soin d'envelopper de papier gris le flacon de l'appareil qui contient l'alcali, pour le préserver du contact de la lumière, et, quand la saturation est à peu près complète, le chlorate de potasse se dépose en cristaux à mesure qu'il se forme. Ces cristaux sont en petites lames micacées, d'un blanc argentin; on les purifie en les faisant dissoudre dans de l'eau bouillante; à mesure que la liqueur se refroidit, le chlorate pur cristallise de nouveau, et on le fait sécher entre des feuilles de papier brouillard.

Cette préparation ne présente aucune espèce de danger, et les propriétés les plus étonnantes du chlorate sont celles qu'il manifeste lorsqu'on le mêle avec des combustibles. Toutes les substances inflammables quelconques le décomposent, et en général la décomposition est accompagnée de détonations violentes;

nous donnerons plus tard, en traitant des compositions d'artifice, les dosages de quelques unes de ces combinaisons détonantes. Leurs explosions quelquefois spontanées, mais ordinairement déterminées par la chaleur ou par la percussion, sont dues à ce que l'oxigène de l'acide se combine avec le combustible, en abandonnant en même temps une certaine quantité de calorique. La percussion ou l'application de la chaleur n'agit simplement, suivant Berthollet à qui l'on doit cette explication, qu'en amenant les molécules qui se combinent dans la sphère de leur action réciproque.

Les acides sulfurique et nitrique concentrés décomposent le chlorate de potasse, et cette décomposition, quand la quantité du sel est assez grande, produit une détonation violente et un vif éclat de lumière. On doit éviter de garder du chlorate de potasse mêlé avec du soufre, peut-être même avec toute substance inflammable quelconque; car il a été reconnu qu'il détone spontanément. M. Chénevix a essayé sans succès de faire détoner des mélanges, en proportions diverses, de ce sel et de poussière de diamant.

La pesanteur spécifique du chlorate de potasse est de 2,00, suivant le docteur Ure; et sa composition, suivant Thomson, est de 100 parties d'acide chlorique et 63,157 de potasse. La saveur de ce sel est fraîche, austère et désagréable; elle a de l'analogie avec celle du nitrate de potasse; il n'est pas décomposé par son exposition aux rayons directs du soleil; il est soluble dans 16 parties d'eau à la température de 16° centigrades, et dans deux parties et demie de ce liquide bouillant; il ne se dissout qu'en très petite quantité dans l'alcool.

Chlorate de strontiane.

Lorsqu'on mèt sur le feu un morceau de papier qui a été trempé dans la dissolution d'un sel de strontiane, ce papier brûle avec une flamme rouge. Ainsi, pour obtenir des feux rouges, on peut se servir dans les compositions d'artifice d'un sel quelconque de strontiane; mais le chlorate est celui qui nous semble le plus convenable à employer, à raison de sa solubilité dans l'alcool et de la belle flamme pourpre qu'il procure. Le meilleur moyen pour l'obtenir, consiste à délayer dans l'eau chaude une grande quantité de strontiane, et à faire

passer à travers la liqueur maintenue chaude un courant de vapeur de chlore, de manière qu'il en puisse être absorbé par une portion nouvelle de strontiane, à mesure que cette liqueur est saturée. On obtient ainsi un mélange de chlorate et d'hydro-chlorate de strontiane; et, en faisant bouillir du phosphate d'argent dans la dissolution, l'hydro-chlorate est décomposé, le chlorate d'argent et le phosphate de strontiane qui sont insolubles forment un precipité et laissent le chlorate de strontiane seul en dissolution. Ce chlorate est déliquescent et plus soluble dans l'alcool que l'hydrochlorate, qu'on obtient d'ailleurs directement en dissolvant le carbonate dans l'acide hydrochlorique.

Le chlorate de strontiane, composé, suivant le docteur Thomson, de 100 parties d'acide hydro-chlorique et de 68,42 de strontiane, cristallise en aiguilles qui se fondent dans la bouche en produisant une sensation de froid; sur les charbons ardens, il fuse rapidement en produisant une belle flamme pourpre.

Le carbonate de strontiane a été trouvé natif à Strontian, dans l'Argyleshire, et à Leadhills, en Écosse. Il est ordinairement en masses

striées demi-transparentes, avec une teinte verdâtre. Lorsqu'on le jette en poudre sur des charbons ardens, il produit des étincelles rouges. Le nitrate de strontiane se prépare, soit en dissolvant le carbonate dans l'acide nitrique, soit en décomposant par le même acide le sulfure de strontiane. On évapore à siccité la dissolution; on redissout le résidu dans l'eau, et on évapore lentement la liqueur jusqu'à ce que le sel cristallise : ce sel est insoluble dans l'alcool. Si on le met en contact, lorsqu'il est rouge de chaleur, avec une substance combustible, il y a déflagration et production d'une flamme rouge très vive. Lorsqu'on met un cristal de nitrate de strontiane dans la mèche d'une chandelle, il communique à la flamme une belle nuance purpurine.

Cire.

On appelle ainsi une substance huileuse concrète, recueillie par les abeilles sur les plantes. La fleur qui est sur le fruit constitue la véritable cire, suivant M. Proust, qui a également annoncé son existence dans la fécule de quelques végétaux, notamment dans celle de la joubarbe, où elle est, dit-il, abondante. Mais

Hubert a démontré, en opposition à l'opinion généralement reçue, que les abeilles préparent cette substance avec le miel ou le sucre, et que c'est le sucre qui en fournit le plus.

On peut enlever à la cire la couleur jaune et désagréable qu'elle a naturellement, et la rendre parfaitement blanche, en l'exposant à l'action combinée de l'air et de l'eau. Cet art du blanchîment de la cire consiste à augmenter sa surface. Pour cela on la fait fondre à un degré de chaleur insuffisant pour en altérer la qualité, dans une chaudière disposée de manière que la cire fondue puisse couler peu à peu, au moyen d'un tuyau placé au bas de la chaudière, dans une grande cuve remplie d'eau froide dans laquelle est ajusté un gros cylindre de bois qui tourne continuellement autour de son axe, et sur lequel tombe la cire fondue. Comme la surface de ce cylindre est toujours mouillée d'eau froide, la cire qui le touche ne s'y attache point, mais elle s'y fige aussitôt en s'aplatissant et prenant la forme d'espèces de rubans. La rotation continuelle du cylindre emporte ces rubans à mesure qu'ils se forment, et les distribue dans la capacité de la cuve. Quand toute la cire qu'on veut blanchir est

disposée de cette manière, on la porte sur de grands châssis garnis de toile, soutenus horizontalement à environ 50 centimètres au-dessus de la terre, dans un terrain qui puisse recevoir sans obstacles l'action de la rosée et du soleil. Les rubans de cire ne doivent être sur les toiles que d'environ 4 centimètres d'épaisseur, et il faut avoir soin de les remuer de temps en temps, afin qu'ils puissent se trouver exposés également à l'action de l'air. Si le temps est favorable, la couleur de la cire change dans l'espace de quelques jours. On la fait refondre alors, on la forme de nouveau en rubans qu'on expose une seconde fois à l'action de l'air, et on répète ces opérations jusqu'à ce que la cire soit devenue parfaitement blanche.

La cire blanche, lorsqu'elle est pure, est insipide et n'a presque pas d'odeur; elle est inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau; et l'alcool, qui a peu d'action à froid sur elle, la dissout lorsqu'il est bouillant.

La pesanteur spécifique de la cire qui n'a pas été blanchie varie de 0,9600 à 0,9650, et celle de la cire blanche est de 0,8203 à 0,9662.

La cire est composée, suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, de

oxigène.	5,544
hydrogène	12,672
carbone	81,784
	100,000

La cire ne peut s'allumer qu'autant qu'elle est préalablement chauffée et réduite en vapeurs; et c'est à raison de cette propriété qu'on l'emploie dans certains artifices pour en ralentir le feu. Elle entre d'ailleurs dans la composition de différens mastics et cimens en usage pour la confection des artifices de guerre.

Colle.

La colle est d'un usage indispensable pour tous les cartonnages qui servent à la confection des artifices. On la prépare indistinctement avec de l'amidon ou de la colle-forte; mais comme la bonne qualité du cartonnage est très importante pour l'artificier, et qu'elle dépend de celle des matières premières qu'on y emploie, nous croyons devoir entrer ici dans quelques détails assez étendus sur la fabrication de l'amidon et sur celle de la colle-forte.

L'*amidon* était bien connu des anciens ; Pline nous apprend que ce furent les habitans de l'île de Chio qui trouvèrent les premiers la manière de le fabriquer. C'est une substance blanche, insipide, combustible, insoluble dans l'eau froide et dans l'alcool, mais se formant en gelée dans l'eau bouillante. L'amidon existe principalement dans les parties blanches et cassantes des végétaux, particulièrement dans les racines tubéreuses et dans les semences des plantes graminées. Voici le procédé dont les amidoniers font usage pour l'extraire du froment.

On laisse tremper de bon froment dans de l'eau froide, jusqu'à ce qu'il se ramollisse et qu'il donne par l'expression un suc laiteux. On le retire alors de l'eau, et on l'enferme dans des sacs de grosse toile qu'on soumet à la presse dans une cuve remplie d'eau; il en découle un suc laiteux qui contient une grande quantité d'amidon, et qui se mêle avec l'eau de la cuve. On répète l'opération tant que le froment continue de fournir de ce suc laiteux; et lorsqu'il cesse d'en produire, on retire les sacs avec la matière qu'ils contiennent. L'ami-

don se précipite bientôt au fond de la cuve, et l'eau qui le recouvre ne tarde pas à entrer en fermentation à raison des substances qu'elle tient en dissolution. Il s'y forme de l'alcool et du vinaigre, en partie sans doute aux dépens de l'amidon; le vinaigre ainsi formé dissout toutes les impuretés, et ne laisse que l'amidon. On le retire alors; on le lave à grande eau, et on le fait ensuite sécher à une douce chaleur. Pendant que le séchage de l'amidon s'opère, il se divise ordinairement en petites masses scapiformes qui sont d'une grande régularité.

La composition de l'amidon de froment est, suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, de

hydrogène	6,77
carbone	43,55
oxigène	49,68
	100,00

Celle de l'amidon de pommes-de-terre est, suivant Berzélius, de

hydrogène	7,066
carbone	43,481
oxigène	49,453
	100,000

Ou, suivant Thomson, de 10 atomes d'hydrogène, 10 atomes de carbone, et 9 atomes d'oxigène.

La bonne colle d'amidon se prépare de la manière suivante :

On fait bouillir de l'eau dans un pot qui doit en contenir quatre litres environ. On met dans un autre pot à peu près un demi-kilogramme d'amidon broyé, que l'on délaye dans de l'eau froide. On retire le premier pot du feu, et l'on rejette un quart de l'eau bouillante. On verse très lentement l'amidon délayé dans ce qui reste d'eau bouillante; on le remue avec une cuiller jusqu'à ce que l'amidon ait pris la consistance d'une bouillie épaisse et sans aucun grumeau. On expose au feu l'amidon dans cet état, et on le laisse cuire un peu; ensuite on le retire, et on le laisse refroidir.

La *colle-forte* s'extrait, au moyen de l'eau, des substances animales; elle diffère dans ses qualités suivant les substances qu'on emploie. Les os, les muscles, les tendons, les ligamens, les membranes et les peaux fournissent de la colle-forte ; mais c'est des peaux,

et surtout de celles des vieux animaux, que provient la colle de la meilleure qualité et la plus forte. On regarde la colle anglaise comme la meilleure, à raison du plus grand soin avec lequel on la prépare : les rognures et parures de peaux, les sabots et les oreilles de chevaux, de bœufs, de veaux, de moutons, etc., sont les matières qu'on emploie à cette fabrication en Angleterre, où l'on importe à cet effet de grandes quantités de ces substances. On les fait digérer d'abord dans l'eau de chaux pour les nettoyer, après quoi on les trempe dans de l'eau claire; on les entasse ensuite jusqu'à ce que l'eau s'en soit écoulée, et on les fait alors bouillir dans des chaudières de cuivre avec de l'eau pure. On enlève les écumes à mesure qu'elles se forment à la surface; et lorsque le tout est dissous, on ajoute un peu d'alun ou de chaux réduite en poudre fine. Lorsqu'on a continué pendant quelque temps d'écumer, on fait passer le tout à travers des claies d'osier, et on laisse reposer la liqueur. On la décante avec précaution lorsqu'elle est claire, pour la remettre dans la chaudière, où on la fait bouillir de nouveau en ayant

soin de l'écumer, jusqu'à ce qu'elle soit réduite en consistance convenable. On la verse alors dans de grands châssis en charpente formant des espèces de moules découverts, ou elle se solidifie et se prend en gelée par le refroidissement. On coupe avec une bêche cette gelée en gâteaux carrés, qui sont divisés de nouveau en tranches minces avec un fil d'archal; ces tranches sont ensuite placées sur une espèce de filet de réseau, et on les y laisse dessécher à l'air. La colle-forte s'améliore, dit-on, avec le temps; et l'on considère comme étant de la première qualité celle qui, se gonflant considérablement sans se dissoudre par une infusion de trois ou quatre jours dans l'eau froide, reprend ses dimensions premières, et recouvre toutes ses propriétés en séchant; elle est extrêmement dure et cassante, d'un brun foncé et d'un degré égal de transparence sans aucune tache noire.

La *gélatine*, qui ne diffère de la colle-forte qu'en ce que l'évaporation a été poussée moins loin, qu'elle n'a pas été exposée à l'air sec, et qu'elle est exempte des impuretés qui accompagnent si souvent cette dernière sub-

stance, est composée, suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, de

carbone...........	47,881
hydrogène.........	7,914
oxigène...........	27,207
azote.............	16,998
	100,000

Ou, suivant Thomson, de 15 atomes de carbone, 6 atomes d'oxigène, 14 atomes d'hydrogène, et 2 atomes d'azote.

On fait, avec des rognures de vélin, de parchemin, ou avec de la peau blanche, une colle moins forte, claire et presque incolore; elle est désignée en Angleterre sous le nom de *size,* et les papetiers s'en servent pour fortifier leurs papiers.

Quand on veut employer la colle-forte, on la laisse se gonfler dans l'eau froide, et on la fait dissoudre ensuite dans l'eau bouillante à l'aide d'une chaleur douce et graduée.

Coton.

Le coton est un duvet tendre qui enveloppe les graines de diverses plantes, spécialement des différentes espèces de *gossypium*, qui sont

indigènes des climats chauds; lorsque les graines sont mûres, les cosses s'ouvrent et étalent le coton, qu'on recueille et qu'on sépare des graines au moyen de cylindres.

La couleur du coton varie considérablement; mais lorsqu'il a été lavé, il devient d'un beau blanc. Il est complétement insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, dans les huiles et dans tous les acides végétaux; c'est à raison de ces diverses propriétés, et surtout de sa grande combustibilité, que le coton filé s'emploie avec avantage dans différentes mèches d'artifice, qui servent soit à communiquer le feu, soit à l'accélérer.

§. VI.

CUIVRE; FER; GOMME; HUILE DE LIN; HUILE DE TÉRÉBENTHINE; LYCOPODE; MERCURE; MERCURE FULMINANT.

Cuivre.

Le cuivre, qui paraît être après l'or et l'argent le métal le plus anciennement connu, est d'une couleur brun-rougeâtre particulière, dur, sonore, très malléable et très ductile, d'une ténacité considérable, et d'une

pesanteur spécifique de 8,6 à 8,9; sa saveur est styptique et nauséabonde : lorsqu'il a été tenu et frotté quelque temps dans les mains, elles acquièrent une odeur désagréable particulière.

Le cuivre étant exposé à l'air, sa surface se ternit par degrés; il devient brun, et finit par se couvrir d'une croûte d'un vert obscur, qui est l'oxide de cuivre combiné avec le gaz acide carbonique. Lorsque l'eau a séjourné pendant quelque temps dans un vaisseau de cuivre, la portion de ce vaisseau qui est en contact avec la surface de l'eau se recouvre d'une croûte verte connue sous le nom de *vert-de-gris*, poison violent, et contre lequel le sucre est un antidote d'un effet sûr et puissant.

Le cuivre fond à une température de 27° du pyromètre de Wedgewood; et lorsqu'il est en fusion, sa surface paraît être d'un vert bleuâtre, à peu près comme celle de l'or fondu.

Lorsqu'on maintient le cuivre chauffé au-dessous du rouge, sa surface prend successivement des nuances variées d'orangé, de jaune et de bleu; un degré de chaleur plus élevé l'oxide plus rapidement, cet oxide s'en détache aisément, et la flamme qu'il commu-

nique au combustible est d'une belle couleur vert-bleuâtre.

Le cuivre, étant chauffé à un très grand feu ou exposé à un courant de gaz oxigène et hydrogène, s'allume et brûle avec une belle flamme verte, d'un si grand éclat que les yeux peuvent à peine le supporter.

C'est après avoir étudié soigneusement ces propriétés remarquables du cuivre, que l'artificier peut employer avec succès dans quelques unes de ses compositions, pour obtenir des feux colorés en vert, la limaille ou l'oxide de cuivre.

Les sels de cuivre sont presque tous solubles dans l'eau, ou du moins ils le deviennent par l'addition d'un acide ; une lame de fer plongée dans la dissolution d'un sel de cuivre précipite le cuivre à l'état métallique. C'est ainsi que l'on doit se procurer la limaille de cuivre parfaitement pure en poussière impalpable, pour l'employer dans les compositions d'artifice ; et quant à l'oxide de cuivre, on le prépare d'une manière analogue en précipitant le cuivre par la potasse, de sa dissolution dans les acides sulfurique ou nitrique, et en chauffant ensuite assez forte-

ment ce précipité pour en chasser l'eau qu'il peut retenir. On obtient ainsi une poudre noire, sans saveur et sans aucun éclat ; c'est le péroxide pur de cuivre.

Fer.

Le fer pur et ses composés, l'acier et la fonte de diverses couleurs, entrent dans la composition d'un grand nombre d'artifices ; on les y emploie en petits copeaux minces et frisés ou en limaille, pour obtenir des étincelles plus ou moins grandes et d'un éclat plus ou moins brillant.

Le fer est des substances métalliques la plus répandue et la plus abondante ; il est peu de minéraux ou de pierres sans un mélange de ce métal. Les sables, les argiles, les eaux de rivières et de sources n'en sont jamais parfaitement exempts ; quelques parties de substances animales et végétales fournissent également du fer dans les résidus qu'elles laissent après incinération. On a trouvé ce métal natif, en grandes masses, en Sibérie et dans les parties intérieures de l'Amérique méridionale. Cependant ce métal se rencontre rarement natif ; il existe, en plus grande partie, à l'état

d'oxide dans les ocres, dans le sol limoneux des marais et autres substances terreuses friables, diversement colorées en rouge, brun, jaune ou noir. L'aimant est une mine de fer; le fer se rencontre aussi à l'état de combinaison avec le soufre et l'arsenic. Le fer a la propriété de s'unir au carbone, et de toutes les combinaisons de ce métal c'est la plus importante.

Toutes les variétés du fer, qui sont en grand nombre, et distinguées par les artistes sous des noms particuliers, peuvent être réduites aux trois classes suivantes, savoir : le *fer fondu, fonte* ou *gueuse;* le *fer forgé* ou *fer doux;* et l'*acier*.

Le *fer forgé* est une substance simple, qui, lorsqu'elle est parfaitement pure, ne contient autre chose que le *fer*.

L'*acier* est le fer combiné avec une petite portion de carbone qui n'a pas été déterminée avec beaucoup de précision, et qui serait, suivant l'analyse de Vauquelin, des 0,007.

Le *fer fondu, fonte* ou *gueuse,* est le fer combiné avec une proportion de carbone plus grande que celle nécessaire pour former l'acier, et accompagné de substances étrangères, qui

sont principalement l'oxide de fer, le phosphure de fer et le silicium.

Le fer fondu ou fer en saumon est le premier produit obtenu de la fonte du minerai qui contient le fer, et qui est ordinairement un composé d'oxide de fer, d'argile et autres substances. L'objet du manufacturier est de réduire cet oxide à l'état métallique, et de le séparer de toute la matière terreuse qui l'accompagne. On obtient à la fois ce double résultat en mêlant la mine, réduite en petits morceaux, avec une certaine proportion de pierre à chaux et de charbon, et en soumettant le tout à une très violente chaleur dans des fourneaux convenablement construits à cet effet. Le charbon absorbe l'oxigène de l'oxide ; il se dégage en acide carbonique, laissant le fer à l'état métallique. La chaux se combine avec l'argile : ces deux substances entrent ensemble en fusion, et forment une espèce de fluide vitreux. Le fer est également fondu par la violence de la chaleur, et comme il est plus pesant que le verre, il descend vers la partie inférieure du fourneau et s'y rassemble. Ainsi les matières fondues dans le fourneau y sont séparées l'une de l'autre à

raison de leurs différentes pesanteurs ; le verre surnage, et le fer reste au-dessous. On fait alors une ouverture vers le bas du fourneau, et le métal en fusion coule dans des moules disposés pour le recevoir.

Le fer fondu ainsi obtenu se distingue, d'après sa couleur et ses qualités, en plusieurs variétés, dont les plus remarquables sont la *fonte blanche*, la *fonte grise* et la *fonte noire* : la première est la plus cassante des trois, et c'est celle que l'on doit employer de préférence dans les salles d'artifice : elle y provient ordinairement de débris de marmites peu épaisses et très fragiles.

Pour convertir la fonte ou fer fondu en fer forgé, on tient le fer fondu pendant long-temps en fusion dans un lit de charbon de bois, de cendres et de scories de fer ; on le soumet ensuite, encore rouge, à l'action du marteau, jusqu'à ce qu'il soit devenu compacte et malléable. Il y a une espèce particulière de fer connue sous le nom de *fer cassant à froid*, parce qu'il ne supporte pas alors l'action du marteau sans se briser, quoiqu'il soit malléable lorsqu'il est chaud. Cette espèce, la plus convenable à employer dans les compositions d'ar-

tifice, est un *phosphure de fer*, et on peut le former artificiellement en chauffant dans un creuset, avec du charbon en poudre, une combinaison de fer et d'acide phosphorique.

En stratifiant, dans un creuset fermé, de petits barreaux de fer avec une quantité suffisante de charbon de bois en poudre, et en tenant ce mélange à une forte chaleur rouge pendant huit ou dix heures, on convertit ce fer en acier, et il diffère surtout du fer par sa propriété de devenir d'une dureté excessive lorsqu'on le plonge, rouge de feu, dans un liquide froid. C'est avec les limailles d'acier provenant des ressorts de pendule ou de montre, qu'on obtient, dans les compositions d'artifice, les étincelles les plus fortes et les plus éclatantes.

Gomme.

On donne le nom de *gomme* à un fluide épais, transparent, sans saveur, qui exsude quelquefois de certaines espèces d'arbres. Ce suc est très gluant, et il se durcit par degrés sans perdre sa transparence; mais il se ramollit facilement quand on l'humecte avec de l'eau. La gomme dont on fait le plus ordinairement usage, et qui est connue sous le nom de *gomme*

arabique, exsude de diverses espèces de *mimosa*. La gomme ordinaire qui exsude spontanément d'arbres fruitiers à noyau, tel que le prunier, le cerisier, l'abricotier, etc., et qu'on vend souvent sous le nom de *gomme arabique*, s'en distingue cependant par sa couleur plus sombre.

On obtient ordinairement la gomme en petits morceaux ayant la forme de larmes : elle est médiocrement dure et un peu cassante quand elle est froide, de sorte qu'on peut la réduire par la trituration en poudre fine. A l'état de pureté, elle est sans couleur ; mais elle a communément une teinte jaunâtre et avec quelque éclat. Elle n'a ni odeur ni saveur : sa pesanteur spécifique varie de 1,3 à 1,4. Sa composition, suivant Berzélius, est de

oxigène	51,306
carbone	41,906
hydrogène	6,788
	10,000

et, suivant Thomson, de 6 atomes d'oxigène, 6 atomes de carbone et 6 atomes d'hydrogène.

L'eau dissout la gomme en grande quantité ; cette dissolution est épaisse, collante, et peut se garder pendant plusieurs années sans

qu'elle épouve de putréfaction. On l'emploie dans plusieurs compositions d'artifice, pour leur donner de la consistance; mais s'il entrait de l'alcool dans ces compositions, il serait inutile d'essayer d'en rendre la pâte plus ferme avec de l'eau gommée, car la gomme est insoluble dans l'alcool; et lorsqu'on verse de l'alcool dans de l'eau gommée, la gomme se précipite immédiatement, parce que l'affinité entre l'eau et l'alcool est plus grande que celle qui existe entre l'eau et la gomme.

Huile de lin.

C'est une huile fixe que l'on retire de la graine de lin (*linum usitatissimum et perenne*). Comme toutes les huiles fixes, l'huile de lin est liquide, onctueuse au toucher, très combustible, d'une saveur douce, insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, et elle laisse sur le papier une tache graisseuse. Sa pesanteur spécifique est de 0,932.

Cette huile, exposée à l'action de la chaleur, ne commence à s'évaporer qu'à une température supérieure à celle de l'eau bouillante : à mesure que la chaleur augmente au-delà de ce terme, on voit s'en élever une vapeur assez

abondante; mais ce n'est qu'à environ 311° centigrades, suivant Guyton de Morveau, et 316° centigrades, suivant d'autres chimistes, qu'elle entre en ébullition.

Comme la cire, ce n'est qu'à l'état de vapeur que l'huile de lin s'allume par le contact d'un corps en ignition; cependant, en la maintenant à la température de 311° à 316°, où commence son ébullition, elle prend feu et brûle spontanément. C'est à raison de cette propriété qu'elle entre dans la composition de quelques artifices, pour entretenir et fixer leur combustion, en la ralentissant très peu.

Mais c'est surtout par la propriété qu'elle a de devenir artificiellement très siccative, quoiqu'elle ne soit qu'imparfaitement siccative dans son état naturel, qu'elle est très utile pour la fabrication et l'emploi des vernis qui servent à la confection de plusieurs espèces d'artifices.

Huile de térébenthine.

C'est une huile volatile que l'on retire du bois et de la résine du *pinus sylvestris* et *abies*.

Comme quelques autres huiles volatiles, l'huile de térébenthine est liquide, limpide,

incolore, sans apparence huileuse, très combustible, d'une saveur âcre, d'une odeur fortement aromatique, lentement soluble dans l'alcool, imparfaitement soluble dans l'eau, et elle ne laisse aucune trace sur le papier où on la fait évaporer. Sa pesanteur spécifique est de 0,792.

Cette huile, exposée à l'action de la chaleur, se volatilise à moins de 100° centigrades ; elle s'allume et brûle alors avec une flamme claire, brillante, et en répandant une fumée abondante.

Elle sert à préserver les corps qui en sont enduits, des insectes, à qui son odeur fortement aromatique est mortelle, et c'est à cet usage qu'on l'emploie principalement dans la confection des artifices.

Si l'huile de térébenthine a été falsifiée par le mélange de quelque huile fixe, on le reconnaîtra facilement en en versant une goutte sur du papier à écrire, et l'exposant à une chaleur modérée; car alors cette huile falsifiée tachera le papier en s'évaporant, tandis que lorsqu'elle est pure elle s'évapore sans laisser aucune trace.

Lycopode.

La poussière fine de lycopode n'est autre chose que les semences du *lycopodium clavatum*, ou mousse à massue commune. Elles sont extrêmement petites et fournies en immense quantité par les capsules de la plante, puis répandues et soufflées dans l'air. Cette poussière, remarquable par sa combustibilité, s'allume à la flamme d'une bougie, et brûle avec un jet de lumière ayant l'apparence d'éclair, et en produisant une légère explosion. On s'en sert dans les salles de spectacle, pour imiter la flamme vive des éclairs; et on l'emploie aussi dans la confection de plusieurs espèces d'artifices.

Mercure.

Le mercure diffère de tous les autres métaux par son état permanent de fluidité à la température ordinaire de l'atmosphère ; il ne prend la forme solide que lorsqu'on l'a refroidi jusqu'à environ 40 degrés centigrades au-dessous de zéro, et dans cet état il est malléable. Sa couleur est le blanc, un peu plus bleu que le blanc de l'argent. Sa pesanteur spécifique est de 13,6. Il est insipide, inodore,

et d'un grand éclat quand sa surface n'est pas ternie. Il est volatil; et même à la température ordinaire de l'atmosphère, il se volatilise en petite quantité.

Le mercure entre en ébullition à la chaleur de 347° centigrades. On peut donc le réduire en totalité en vapeurs, ou le faire passer par la distillation d'un vaisseau dans un autre. On se sert avec avantage de ce moyen pour le purifier, en le séparant des différentes substances métalliques avec lesquelles il est souvent uni; et il n'y a guère de substance qui soit plus susceptible de sophistications que le mercure, à cause de la propriété dont il jouit de dissoudre complétement quelques uns des métaux. Cette union est si intime, qu'ils passent même avec le mercure à la distillation. L'impureté du mercure se reconnaît en général à son aspect mat, à sa tendance à adhérer à la surface du verre, et à la traînée ou *queue* d'une apparence métallique plus solide et plus terne que laissent ses globules en roulant sur du papier blanc. Une très petite quantité de plomb peut se reconnaître dans une grande masse de mercure, en le faisant dissoudre dans l'acide nitrique, et ajoutant de

l'hydrogène sulfuré; il se formera un précipité brun foncé, qui se rassemblera en entier si on le laisse reposer pendant quelques jours. On découvre le bismuth en versant dans l'eau distillée une dissolution à froid du mercure dans l'acide nitrique; il se formera à l'instant un précipité blanc, s'il y a présence de ce métal. L'étain se manifeste pareillement au moyen d'une dissolution faible de nitro-muriate d'or, qui donne lieu à un dépôt pourpre; et le zinc, en exposant le métal à la chaleur.

La propriété du mercure la plus importante pour l'artificier est celle qu'il a de former des poudres fulminantes, dont nous allons donner les préparations.

Mercure ammoniacal fulminant.

Le mercure ammoniacal fulminant fut découvert par Fourcroy. On peut l'obtenir en laissant une forte dissolution d'ammoniaque dans l'eau, en digestion sur du péroxide de mercure pendant huit ou dix jours; au bout de ce temps l'oxide devient blanc, et il se recouvre à la fin de petites écailles cristallines.

Dans cet état, il détone avec bruit sur les charbons ardens; mais il perd en peu de jours

sa propriété fulminante, en éprouvant une décomposition spontanée. Ce mercure fulminant ne peut donc être que d'un emploi fort rare dans les compositions d'artifice. Nous l'aurions dès-lors passé sous silence, si nous n'eussions eu l'intention de donner dans ce Manuel, non seulement les préparations d'un usage habituel et bien reconnu dans les salles d'artifice, mais encore toutes celles qui, en offrant à l'artificier instruit de nouveaux sujets d'étude, nous semblent de nature à agrandir le domaine de la pyrotechnie.

Mercure de Howard.

On doit à M. Howard la découverte d'une autre espèce de mercure fulminant, entièrement différente de celle que nous venons de décrire, et qui nous semble pouvoir devenir, à raison de son emploi facile dans les armes à chien percutant, et dans un grand nombre d'artifices de la plus grande importance pour l'art de la guerre.

La constitution et les propriétés du mercure de Howard (*cyanate de mercure*, suivant MM. Gay-Lussac et Liébig) variant entre de certaines limites, suivant le procédé qu'on em-

ploie pour l'obtenir, nous allons entrer dans tous les détails de la préparation qu'après un grand nombre d'essais nous avons reconnue donner les meilleurs produits.

On met dans un matras de verre mince 1 hectogramme de mercure bien pur, qu'on a eu le soin de distiller exprès à l'avance dans une cornue; on y verse 9 hectogrammes d'acide nitrique froid à 42° de l'aréomètre de Beaumé, mêlés avec 1 gramme environ d'acide hydrochlorique, et l'on chauffe graduellement le tout sur un bain de sable, de manière à ce que la dissolution du mercure puisse s'achever tranquillement et sans ébullition. Dès que la liqueur indique par sa limpidité une dissolution complète, on retire le matras, et on laisse refroidir et reposer le tout pendant vingt-quatre heures. On replace le matras sur le bain de sable, que l'on chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit tiède, et l'on y verse d'un seul trait 6 hectogrammes d'alcool froid à 32° de l'aréomètre de Cartier. Il faut avoir la précaution de se servir d'un matras assez grand pour que la totalité du liquide n'en occupe guère que le tiers, afin d'avoir toute facilité pour remuer la liqueur pendant qu'elle chauffe

graduellement, jusqu'à son entière ébullition, qui produit une vive effervescence, accompagnée de vapeurs éthérisées d'une couleur blanchâtre. Quand ces vapeurs ont acquis une grande intensité, ce qui a lieu ordinairement trois ou quatre minutes après leur formation, on retire le matras du feu, et on abandonne la liqueur à elle-même. Elle continue à bouillir quelque temps, et il s'y forme peu à peu un précipité blanchâtre qui se dépose au fond du vase. On attendra que le matras soit complétement refroidi pour décanter avec soin, et sans l'agiter, ce précipité qu'on lavera à plusieurs reprises sur un filtre avec de l'eau distillée, et qu'on mettra ensuite sécher, à l'ombre et sans feu, entre des feuilles de papier brouillard.

On obtient de cette manière, si l'opération a été bien conduite, plus d'un hectogramme de mercure de Howard, en poudre d'un beau blanc, sans aucun mélange de mercure coulant, et qui ne fulmine que par la percussion très violente d'un coup dirigé bien d'aplomb, en produisant, sans trop de bruit, une flamme brillante, vive et pénétrante, qui n'attaque ni le fer, ni l'acier, ni le cuivre : il détone éga-

lement par la chaleur à la température de 187° centigrades, et par l'étincelle électrique; il donne pour résidu de sa combustion, du gaz acide carbonique, du gaz azote, de l'eau et du mercure; l'acide sulfurique concentré le fait détoner immédiatement, et l'acide sulfurique étendu le décompose sans explosion.

En combinant convenablement le mercure de Howard avec diverses substances combustibles, on parvient à déterminer sa fulmination suivant une percussion voulue. Ces poudres fulminantes, ainsi graduées en quelque sorte, dont la détonation et la force peuvent être rigoureusement fixées d'avance, et dont la fabrication présente moins de danger que celle de la poudre à canon ordinaire, ont déjà complétement changé le système des fusils de chasse, et ne peuvent manquer d'opérer tôt ou tard la même révolution pour les armes de guerre. Nous reviendrons plus tard sur leurs diverses préparations, et sur le parti avantageux qu'un habile artificier peut en tirer dans un grand nombre de circonstances.

§. VII.

NITRATE DE POTASSE ; ESSAI DE MATÉRIAUX SALPÊTRÉS ; EXPLOITATION, LESSIVAGE ET CUITE ; RAFFINAGE ; PROPRIÉTÉS DU NITRATE DE POTASSE, ET MOYEN DE S'ASSURER DE SA PURETÉ.

Nitrate de potasse.

Le nitrate de potasse est une substance très anciennement connue sous le nom de *nitre* ou *salpêtre ;* sa nature et ses propriétés, souvent décrites, toujours examinées avec soin, ont été l'objet de nombreuses recherches depuis la découverte et l'usage de la poudre à canon dont le nitrate de potasse est la base principale et indispensable. Il est abondamment répandu à la surface de la terre, et on le trouve tout formé en quantités considérables dans les Indes orientales, dans l'Amérique méridionale, en Égypte, et dans quelques parties de l'Espagne et du royaume de Naples. Les terrains fréquemment parcourus par les bestiaux, et imprégnés de leurs excrémens, les murs des lieux habités où abondent des vapeurs animales putrides, tels que ceux

de boucherie, d'égouts, ou autres semblables, fournissent du nitre par leur longue exposition à l'air. On établit, en Allemagne et dans d'autres pays, des nitrières artificielles, en y réunissant les matériaux qui facilitent le concours des circonstances dans lesquelles le nitre est produit par la nature. L'origine de l'acide nitrique, dans ces nitrières formées d'un mélange de débris de substances animales et végétales en putréfaction mêlées avec des terres calcaires et autres, s'explique par le fait dont on s'est assuré, qu'en présentant du gaz oxigène à du gaz azote naissant, il y a formation d'acide nitrique. C'est ainsi que l'azote, dégagé par la putréfaction des substances animales, se combine avec l'oxigène de l'air. La potasse est probablement fournie, au moins en partie, par les végétaux et les substances contenues dans les terres. En France, la nature de la pierre, dans plusieurs départemens, la rend tellement propre à la formation du nitre, et le sol salpêtré des lieux habités par les hommes et les animaux y est d'une reproduction si facile et si prompte, que l'exploitation de ces matériaux suffit, sans le secours de nitrières artificielles, pour assurer

annuellement un produit pouvant s'élever à 150000 myriagrammes de nitrate de potasse pur.

Essai de matériaux salpêtrés.

On reconnaît assez facilement que les terres et les pierres sont salpêtrées, lorsqu'après les avoir réduites en poudre, on en met un peu sur la langue. La présence du salpêtre s'y décèle par une saveur piquante et fraîche qui, le plus ordinairement, est tout à la fois amère et salée, à raison des sels à bases terreuses, et autres substances salines qui accompagnent presque toujours le salpêtre. Mais pour évaluer, d'après cette première indication de l'existence du salpêtre dans des terres et des pierres, la quantité qu'elles peuvent en contenir, il faut les soumettre à un essai qui offre des résultats plus positifs.

On prend une quantité suffisante de la terre salpêtrée à essayer, pour avoir un résultat sensible, en tenant note de cette quantité pesée ou cubée. On met cette terre dans un chaudron de cuivre ou de fer, et l'on verse dessus une quantité d'eau égale au double de son poids. On fait chauffer le mélange, en le

remuant continuellement, jusqu'à ce que la liqueur ait donné quelques bouillons. On met alors le tout sur un filtre de toile maintenu par un châssis en bois, et recouvert d'une grande feuille de papier à filtrer, et l'eau passe à travers, chargée de toutes les substances qu'elle a pu dissoudre. Mais la terre restée sur le filtre retient une partie de cette eau : pour l'en chasser et achever d'obtenir tout ce que la terre pouvait contenir de soluble, il faut faire passer successivement de nouvelle eau sur ce résidu, jusqu'à ce que la liqueur, en sortant du filtre, n'ait plus aucune espèce de saveur ; et cette eau de lavage du résidu s'ajoute à la première liqueur passée à travers le filtre. Dans un autre vase, on a fait dissoudre une quantité quelconque, dont le poids est connu, de potasse du commerce, dans le double de son poids d'eau; on agite bien le mélange et on le laisse reposer. On introduit ensuite de cette dissolution de potasse dans la liqueur provenant du lessivage de la terre, successivement et par petites quantités, jusqu'à ce qu'elle n'y opère plus de précipité, et qu'elle cesse de la rendre trouble. On remue bien et on filtre de nouveau. On lave

avec soin, et jusqu'à ce que l'eau n'acquière plus de saveur, le précipité resté sur le filtre, qui, cette fois-ci, est formé de bases terreuses séparées de leurs combinaisons, et remplacées par la potasse. Cette eau de lavage du précipité étant réunie à la liqueur, on fait chauffer le tout, et on en pousse l'évaporation jusqu'à siccité. On pèse le produit qu'on obtient ainsi; on le lave ensuite, en agitant bien avec de l'eau saturée de salpêtre pur qui ne peut plus rien prendre de ce sel, mais qui se charge des autres sels solubles que le produit peut contenir. Après avoir bien remué le produit et l'eau saturée pendant environ quinze minutes, on fait écouler cette eau, et ce qui reste est mis à égoutter et à sécher. C'est ce résidu, après le lavage à l'eau saturée de salpêtre pur, qui représente la quantité réelle de ce sel qu'on peut obtenir des terres essayées. La différence entre le poids de ce dernier produit et le poids avant le lavage à l'eau saturée, indique la proportion des sels étrangers au salpêtre que ces terres contiennent. De même aussi, en jugeant par ce qui reste de la dissolution de potasse, de la quantité de cette matière qui a été em-

ployée, on peut faire l'évaluation de ce qu'il en faudrait pour l'exploitation en grand des matériaux soumis à l'épreuve.

Exploitation, lessivage et cuite.

Lorsque des matériaux salpêtrés ont été reconnus assez riches pour donner lieu à une exploitation avantageuse, on commence par les réduire à un état de division qui permette à l'eau dont ils doivent être arrosés de les pénétrer avec la plus grande facilité, et de se charger ainsi de toutes les substances salines qu'ils peuvent contenir.

Pour opérer de la manière la plus avantageuse le lessivage des matériaux salpêtrés, on se sert de caisses de bois de chêne faites en forme de trémies allongées, ayant 4 mètres de longueur, 1 mètre environ de hauteur, et une largeur de 2 mètres dans la partie supérieure, réduite à 13 décimètres dans la partie inférieure. Ces caisses sont percées sur toute la longueur de l'une des deux grandes faces, et presqu'au niveau du fond, de trous espacés de 1 décimètre, propres à recevoir des pissotes ou chante-pleures qui s'ouvrent et se ferment à volonté pour l'écoulement des eaux.

La contenance de chaque caisse étant de 5 à 6 mètres cubes, deux de ces caisses peuvent suffire aux travaux de l'atelier à salpêtre le plus considérable. Le fond en est disposé de manière à former un plan incliné qui s'élève d'un demi-décimètre vers la paroi qui n'est pas percée, et vient aboutir au niveau des trous sur celle qui l'est. On applique sur ces trous une planche posée obliquement sur la paroi de devant et le fond; cette planche, de 3 décimètres environ de largeur, est percée de petits trous dans toute sa longueur. On la recouvre, en outre, d'une claie d'osier, pour empêcher que les terres n'en bouchent les trous, et afin que l'eau de lessivage, par lesquels elle doit s'écouler, sorte sans obstacle.

On charge les deux caisses de matériaux salpêtrés, et il suffit, pour commencer le lessivage, d'en arroser une d'abord d'une quantité d'eau telle, qu'après avoir bien pénétré toute la masse à lessiver, elle s'élève au-dessus de la surface d'environ 1 décimètre. On laisse ainsi cette première mise d'eau sur la terre jusqu'au lendemain, en tenant les chantepleures fermées au moyen de leurs broches; on les en retire au bout de ce temps, et l'eau

qui s'écoule dans la rigole placée sous la caisse, va se rendre à la recette qui est à l'une de ses extrémités. Lorsque cet écoulement de l'eau a cessé, on ferme de nouveau les chante-pleures, et on charge ainsi successivement la caisse en eau pure, jusqu'à ce que cette eau ne donne plus, après avoir traversé la terre, qu'un demi-degré au pèse-liqueur pour le nitre. Si l'eau de lessivage obtenue du premier écoulement marque 10 à 12 degrés, on la met à part, en la considérant comme étant bonne à être portée dans la chaudière pour y être évaporée, et sans qu'il soit nécessaire de la faire passer sur d'autre terre. Si, au contraire, cette première eau est trop faible, et donne moins de 10 degrés au pèse-liqueur pour le nitre, on la verse, ainsi que toutes les autres provenant des lessivages qu'il aura été nécessaire de faire après cette première mise d'eau, sur la seconde caisse chargée, dont toutes les chante-pleures auront été bouchées avec leurs broches; on se conduira pour cette seconde caisse comme on l'a fait pour la première. Celle-ci sera rechargée en terres nouvelles pour recevoir les eaux faibles de la seconde, qui, ayant à son tour été lessivée

jusqu'au terme d'épuisement indiqué, sera rechargée de même, et ainsi de suite.

Lorsque l'eau de lessivage est suffisamment chargée, avant de la transporter dans la chaudière pour l'y faire bouillir, on la traite par la potasse, afin de décomposer les nitrates terreux qui s'y trouvent, et de les convertir en nitrate de potasse. L'expérience a appris que 4 kilogrammes de potasse suffisent en général pour 100 kilogrammes d'eau de lessivage, marquant 12 degrés au pèse-liqueur pour le nitre. On peut, en effet, d'après des observations exactes, considérer les matériaux salpêtrés en France, comme contenant environ 10 pour 100 de nitrate de potasse, 70 pour 100 de nitrates terreux, 15 pour 100 d'hydro-chlorate de soude, et 5 pour 100 d'hydro-chlorates terreux; en sorte que 100 kilogrammes d'eau de lessivage à 15° de l'aréomètre pour le nitre, contiennent 1 kilogramme 5 hectogr. de nitrate de potasse, et 10 kilogr. 5 hectogr. de nitrates terreux.

Le nitrate de potasse exige, pour sa dissolution à froid, quatre fois son poids d'eau à la température de 13° centigrades, tandis qu'une seule partie bouillante suffit pour fon-

dre complétement cinq parties de nitrate de potasse. C'est sur la différence si considérable de sa dissolubilité à froid et à chaud, que sont fondés les moyens de l'obtenir, dans le travail du salpêtrier, des eaux de lessivage qui le contiennent. Ces moyens consistent à faire évaporer, par l'ébullition, toute la portion d'eau surabondante à celle qui peut suffire à une dissolution à chaud; et cette dissolution étant ensuite exposée au refroidissement, abandonne à son tour tout ce qu'à l'aide du calorique elle retenait de salpêtre au-delà de la proportion qu'elle en peut dissoudre au degré de température de l'atmosphère, avec laquelle elle se sera remise en équilibre. Pour procéder avec le plus d'avantage à cette opération, il convient donc, 1°. que les eaux de lessivage qui doivent y être soumises aient tout le degré de force qu'on aura pu leur donner, parce qu'on aura d'autant moins d'eau excédante à évaporer, et par conséquent moins de combustible à employer; 2°. qu'elles aient été assez exactement traitées avec de la potasse, pour qu'il soit possible de continuer l'évaporation, et de la pousser jusqu'au point le plus convenable, sans avoir à craindre que

l'abondance des sels terreux qui s'y trouvent encore ne la rendent trop difficile par le gonflement qu'ils opèrent dans la liqueur, et qu'ils ne nuisent, en l'empâtant, à la cristallisation du salpêtre; 3°. qu'elles soient réunies avant l'opération en quantité suffisante, pour qu'en la prolongeant autant que la contenance de la chaudière pourra le permettre, on obtienne dans une seule et même cuite le plus grand produit en salpêtre. L'hydrochlorate de soude se dissout à peu près en même proportion dans l'eau à froid et à chaud. Toutes les fois donc que l'évaporation est poussée par l'ébullition jusqu'à un certain point, il se précipite dans la chaudière beaucoup de sel marin manquant d'eau pour être tenu en dissolution, tandis que le nitre reste dans la liqueur par l'effet de la chaleur. On enlève au moyen d'une écumoire le sel marin ainsi séparé, et l'on débarrasse le nitrate de potasse de tous les sels étrangers au moyen de cristallisations successivement répétées, ou en lavant à plusieurs reprises, avec de petites quantités d'eau, le sel brut obtenu. Ces opérations et toutes celles qui ont pour objet d'obtenir le nitrate de potasse isolé, et dans

son plus grand état de pureté, constituent le raffinage de ce sel; le procédé de raffinage le meilleur et le moins dispendieux, est le suivant, dont nous emprunterons la description à l'excellent *Traité de l'art de fabriquer la poudre à canon, par MM. Bottée et Riffault: Paris,* 1811, ouvrage auquel nous sommes redevables de la plus grande partie des détails que l'on vient de lire sur la fabrication du salpêtre en France.

Raffinage.

La chaudière destinée au raffinage se charge, la veille du jour où cette opération doit avoir lieu, de 600 kilogrammes d'eau ordinaire, et de 1200 kilogrammes de salpêtre. On ne fait alors sous cette chaudière que le feu nécessaire pour opérer pendant la nuit la fonte de cette première mise de salpêtre. Le lendemain matin le feu est augmenté, et la chaudière est chargée, à plusieurs reprises et à différens intervalles, de nouvelles quantités de salpêtre, jusqu'au nombre total de 3000 kilogrammes. Pendant tout ce temps, on a soin de bien remuer, et d'enlever exactement les écumes à mesure qu'elles se présentent à la surface de

la liqueur. Lorsqu'elle a été pendant quelque temps en ébullition, et qu'on peut juger que la dissolution du salpêtre a dû être complétement opérée, on retire du fond de la chaudière l'hydro-chlorate de soude non dissous qui peut s'y trouver, et l'on fait quelques lavages à l'eau froide, afin de faciliter la précipitation de celui que la chaleur aurait pu maintenir en suspension dans la liqueur. Lorsqu'on s'est bien assuré qu'il ne s'en dépose plus, on verse dans la chaudière une dissolution d'un kilogramme de colle de Flandre dans une suffisante quantité d'eau chaude; on brasse bien, et on écume, en faisant plusieurs lavages et additions successives d'eau, jusqu'à la concurrence de 400 kilog. depuis la première mise, de manière à compléter, avec celle-ci, la quantité totale de 1000 kilog.

Lorsque la liqueur du raffinage ne produit plus d'écume et qu'elle est devenue parfaitement claire, on cesse toute manipulation. On retire le feu de dessous la chaudière, en laissant seulement dans le fourneau ce qui doit suffire pour l'entretenir jusqu'au lendemain matin à la température d'environ 88 degrés du thermomètre centigrade.

On décante alors la liqueur, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas la troubler, et en négligeant les dernières portions recouvrant à peu près la partie la plus basse du fond de la chaudière. On porte cette liqueur dans le cristallisoir, grand bassin de 4 mètres de longueur, 2 mètres et demi de largeur, et 6 décimètres et demi de hauteur, construit partie en maçonnerie, partie en charpente, et revêtu intérieurement en cuivre. Lorsque la totalité de la liqueur décantée de la chaudière y a été versée, on l'agite en y promenant des rabots à l'aide desquels on lui imprime un léger mouvement, ayant pour objet de faciliter le dégagement du calorique. A mesure que la précipitation du salpêtre cristallisé a lieu, on le ramène avec des râteaux le long des bouts du cristallisoir, en l'y amoncelant de manière qu'il puisse s'égoutter très promptement. On enlève, avec des pelles en forme d'écumoires, les parties les plus élevées, dès qu'elles commencent à blanchir sensiblement, pour les porter dans les caisses de lavage. En retirant ainsi successivement le salpêtre à mesure qu'il se précipite en aiguilles extrêmement fines, on a soin de ne pas

ralentir un seul instant l'agitation de la liqueur, afin d'éviter qu'il ne s'y trouve de plus gros cristaux. Lorsque la température s'est abaissée de manière à ne plus excéder que d'environ 4 à 5 degrés celle du lieu où l'on opère, c'est-à-dire au bout de six à sept heures, tout le salpêtre qu'elle était susceptible de produire est obtenu. Au moyen de la double pente donnée au cristallisoir, la liqueur surnageante à la cristallisation se trouvant alors totalement réunie à l'une de ses extrémités, et dans le milieu de sa largeur, il est facile de la retirer complétement à l'aide de puisoirs.

Le salpêtre retiré du cristallisoir est déposé dans les caisses de lavage qui ont 25 décimètres de longueur, 1 mètre de largeur à la partie supérieure réduit à 5 décimètres à la partie inférieure, sur environ 7 décimètres de profondeur; on l'y entasse de manière qu'il s'élève de 14 à 16 centimètres au-dessus du niveau de leurs bords supérieurs, afin de compenser ainsi l'affaissement qu'il devra éprouver par l'opération du lavage. On fait, avec des arrosoirs, sur chacune des caisses ainsi remplies, et après en avoir fermé les trous

du fond avec les chevilles, des arrosages successifs en eau saturée de salpêtre et en eau pure, jusqu'à ce que la liqueur qui s'en égoutte marque à l'aréomètre pour le nitre le degré de la saturation du salpêtre correspondant exactement à celui de la température du lieu. Ce n'est qu'à ce terme, qui indique de la manière la plus certaine que l'eau de lavage ne se charge plus que de salpêtre, qu'il convient de s'arrêter.

La liqueur de chaque arrosage doit séjourner environ deux ou trois heures sur le salpêtre. Ce n'est qu'au bout de ce temps qu'on la laisse couler, en ôtant les chevilles, et que les trous doivent rester ouverts jusqu'à égouttage complet, ou pendant environ une heure.

Le salpêtre, après avoir séjourné cinq ou six jours dans les caisses où il a été lavé, est porté dans un bassin de dessiccation en cuivre, ayant 28 décimètres de longueur sur 16 de largeur et 3 de profondeur. Ce bassin est chauffé, et l'on a soin d'y remuer presque continuellement le salpêtre avec de fortes pelles en bois, afin d'éviter qu'il n'adhère au fond du bassin, qu'il ne se forme en mottes, et pour que la chaleur en pénètre plus également toute

la masse. Ce n'est qu'au bout d'environ quatre heures qu'il peut être complétement sec ; ce qu'on reconnaît aisément lorsqu'en le remuant il ne s'attache plus à la pelle, et lorsqu'en le pressant fortement dans la main, il ne se tasse plus en grumeaux : il est alors parfaitement blanc et pulvérulent. Dans cet état, le salpêtre est propre à la fabrication de la poudre et à celle de toute espèce d'artifices.

Propriétés du nitrate de potasse, et moyen de s'assurer de sa pureté.

Le salpêtre ou nitrate de potasse est un sel formé par l'acide nitrique et par la potasse ; sa composition, qui, d'après la théorie, se rapproche beaucoup de celle déterminée par les analyses de Kirwan, Nicholson, Richter, Bérard, Wenzel, Wollaston et Thomson, est de

acide	52,95
base........	47,05
	100,00

et sa pesanteur spécifique, suivant Hassenfratz et le docteur Watson, est de 1,93.

Ce sel, par l'évaporation lente de sa disso-

lution, cristallise en prismes à six pans terminés par des pyramides hexaèdres. Il a une saveur fraîche, piquante, avec un peu d'amertume ; il est très cassant ; il se dissout plus facilement à chaud qu'à froid ; il ne faut que quatre parties d'eau pour le dissoudre à la température de 16° centigrades, et seulement un cinquième environ de son poids quand ce liquide est bouillant, ou à la température de 100° centigrades.

En faisant bouillir une dissolution de nitrate de potasse, l'évaporation d'une partie du sel enlevé avec l'eau n'a pas lieu, comme l'avaient avancé quelques chimistes distingués. Lorsqu'il est exposé à une forte chaleur, il se fond et se congèle par le refroidissement en une masse opaque, à laquelle on a donné le nom de *cristal minéral*. Lorsqu'il est chauffé à une température qui approche de la chaleur rouge, il commence à abandonner de l'oxigène, et lorsque cette chaleur est portée au rouge, on peut obtenir environ les 0,33 de son poids de ce gaz ; il se dégage vers la fin du gaz azote. En le maintenant à ce degré de chaleur pendant assez long-temps, il est complétement décomposé, et la potasse reste

pure. Le nitrate de potasse, chauffé au rouge, oxide tous les métaux, même l'or et le platine.

Ce sel ne s'altère pas à l'air. Il ne faut pas cependant se presser d'en conclure, comme on l'a fait souvent, que le salpêtre dès-lors ne peut être une cause active de la détérioration de la poudre. En effet, dans une atmosphère chargée d'une extrême humidité, le salpêtre, comme tous les corps solubles, finit par devenir déliquescent, et on le voit alors, en séchant, effleurir à la surface des murs et des platras qui le contiennent.

Ces mêmes effets de déliquescence du salpêtre, par une certaine humidité et son effleurissement à la surface quand il redevient sec, se manifestent dans la poudre, et sont une cause d'autant plus active de détérioration, qu'en détruisant l'intimité et l'homogénéité du mélange, ils déterminent l'altération du dosage. C'est à la décomposition du salpêtre que sont dus les effets principaux de l'explosion de la poudre, et cette décomposition complète et instantanée est le but qu'on doit se proposer avant tout, quand on s'occupe des dosages de la poudre à tirer.

Pour s'assurer de la pureté du salpêtre, on

le fera dissoudre dans de l'eau distillée, et l'on versera dans cette dissolution bien limpide quelques gouttes de nitrate d'argent : s'il se forme un précipité d'hydro-chlorate d'argent insoluble, c'est qu'alors le salpêtre contient encore des hydro-chlorates terreux ou alcalins, dont le raffinage ne l'a pas entièrement débarrassé. S'il n'y a pas de précipité, on regardera le salpêtre raffiné comme très pur, et propre à être employé dans des compositions d'artifice dont le dosage exige le plus de soins et de précision.

§. VIII.

NOIR DE FUMÉE; OR FULMINANT; POIX; RÉSINE.

Noir de fumée.

On emploie le noir de fumée dans certaines compositions d'artifice, pour produire un feu rougeâtre d'une teinte plus ou moins sombre. On se procure un noir de fumée de la plus grande beauté, en recueillant la fumée que produit une lampe à huile avec une longue mèche, qui fournit ainsi plus de fumée que lorsqu'elle peut être parfaitement consumée,

ou en laissant jouer la flamme contre un couvert métallique qui empêche la combustion, non seulement en entraînant une partie de la chaleur, mais encore en formant un obstacle au courant d'air. En Allemagne et en Hollande, où se fabrique la plus grande quantité du noir de fumée qui se trouve dans le commerce, on le prépare d'une manière moins dispendieuse. L'opération consiste à brûler dans des tonneaux d'une construction particulière les sédimens que laisse le travail de la purification de la poix, ou mieux encore des morceaux de bois de sapin; on fait passer la fumée que produit cette combustion à travers un long tuyau horizontal, aboutissant dans une chambre fermée garnie en planches et tapissée de grosse toile. Le courant d'air s'échappe à travers cette toile, tandis que le noir reste et se dépose dessus. Avant d'employer ce noir de fumée du commerce dans les artifices, il faut avoir soin de le purger des ordures qui s'y rencontrent assez fréquemment.

Or fulminant.

L'or fulminant, désigné par Berthollet sous le nom d'*orate d'ammoniaque,* est une poudre

jaunâtre formée de la combinaison du peroxide d'or avec l'ammoniaque. Sa propriété fulminante a excité l'attention de tous les chimistes ; et depuis Basile Valentin qui a décrit sa préparation, Bergman, Scheele, Lavoisier et Berthollet ont tour à tour présenté l'explication raisonnée du phénomène de son explosion, pendant laquelle l'ammoniaque est décomposée, l'or réduit, et l'azote séparé sous forme de gaz. Nous ajouterons ici quelques mots aux diverses théories des métaux fulminans que nous avons exposées en traitant de l'argent fulminant.

Berthollet ayant exposé de l'or fulminant à une très douce chaleur dans un tube de cuivre, cet orate d'ammoniaque, avec l'appareil pneumatique de mercure, fut dépouillé de sa propriété fulminante et converti en un oxide, et il y eut en même temps dégagement de gaz ammoniac. Le même chimiste ayant fait faire explosion à de l'or fulminant dans des vaisseaux de cuivre, il y eut dégagement de gaz azote, apparence de quelques gouttes d'eau, et l'or fut réduit à l'état métallique. Il inféra de cette expérience que l'ammoniaque avait été décomposée, que l'azote prenant soudai-

nement l'état élastique, donnait lieu à l'explosion, tandis que l'oxigène de l'oxide, s'unissant à l'hydrogène de l'alcali, donnait naissance à de l'eau. Cette théorie d'ailleurs se trouvait confirmée par la décomposition de l'or fulminant qui a lieu en conséquence de l'action de l'acide sulfuriqne concentré, du soufre fondu, des huiles grasses et de l'éther, substances qui toutes privent cet or de sa propriété fulminante, en se combinant avec son ammoniaque.

Pour préparer l'or fulminant, on fait dissoudre l'or dans l'acide hydro-chloro-nitrique étendu de trois fois son poids d'eau, on verse dans cette dissolution de l'ammoniaque pure peu à peu, et jusqu'à ce qu'elle n'y opère plus de précipité, en ayant soin cependant de ne pas en mettre en trop grand excès, car alors le précipité serait en partie redissous. On lave avec de l'eau distillée ce précipité qui est de couleur jaune, on le fait sécher lentement sur du papier à filtrer, on le met ensuite dans une fiole qu'il convient de ne pas fermer avec un bouchon de liége, afin de prévenir les accidens, mais dont il faut se borner à recouvrir l'ouverture d'un morceau de

liége ou d'une feuille de papier. Ce précipité est l'or fulminant, et il pèse un quart de plus que le métal employé à sa préparation. On peut encore préparer l'or fulminant en faisant dissoudre à chaud le métal dans un mélange d'hydro-chlorate d'ammoniaque et d'acide nitrique. On verse ensuite dans cette dissolution, qui est jaune, une faible lessive de potasse jusqu'à parfaite décoloration; l'oxide d'or ammoniacal se précipite, et la liqueur ne retient que de l'hydro-chlorate de potasse. On décante ou l'on filtre, on lave à l'eau distillée, et on fait sécher à l'ombre.

L'or fulminant est insoluble et l'eau bouillante ne l'altère point. Lorsqu'il est chauffé progressivement à l'air libre jusqu'à la température de 200° centigrades, il fulmine avec violence. La percussion, le frottement, l'électricité le font également détoner, et si l'explosion a lieu sur une lame de métal assez mince, cette lame est percée et brisée pendant la fulmination.

Poix.

La poix est une substance généralement connue et d'un usage journalier dans les arts.

C'est le résidu des crasses du galipot, ou de différentes résines qu'on a purifiées, et sa couleur varie du brun faible au noir très foncé. On met ce résidu dans une chaudière de fonte, où on le fait cuire pour lui donner de la consistance et le noircir. C'est dans cet état qu'on le livre au commerce sous le nom de *poix noire, poix navale, poix des cordonniers.*

On préférera dans les salles d'artifice, où l'on fait un assez grand usage de la poix, celle dont la couleur sera d'un beau noir foncé et luisant.

En l'exposant à l'action de la chaleur, la poix perd son humidité et se fond en entier; en la laissant refroidir alors, elle durcit, devient cassante et friable : elle communique volontiers ces nouvelles propriétés aux corps combustibles avec lesquels on la mêle, et dont le feu d'ailleurs acquiert une énergie pénétrante et plus durable. Elle sert encore comme enduit, pour préserver de l'humidité quelques préparations, et, comme composant, pour en modifier quelques autres en usage dans la confection des artifices de guerre.

Résine.

Cette substance, qui découle par exsudation ou par incision de différentes espèces de pins, et qui se désigne alors en général par le nom de *galipot,* est communément à l'état de combinaison avec une huile volatile, dont on la sépare par distillation. L'huile passe, et, en continuant la distillation jusqu'à siccité, on a pour résidu la résine ou *colophane.*

La résine est une substance solide, naturellement cassante, d'une certaine transparence et d'une couleur inclinant le plus ordinairement au jaune. Elle est insoluble dans l'eau, soit froide, soit chaude; et cependant quand on la fait fondre avec de l'eau, ou qu'après l'avoir mêlée avec de l'huile volatile on la distille avec de l'eau, elle semble s'unir avec une portion de ce liquide; car elle devient opaque et perd beaucoup de sa fragilité.

La résine est soluble dans l'alcool, spécialement à l'aide de la chaleur; la dissolution est ordinairement transparente, et, en évaporant l'alcool, on obtient la résine sans altération dans ses propriétés. Elle est également soluble dans l'éther sulfurique, et aussi dans les huiles

fixes siccatives et dans quelques huiles volatiles, notamment dans celle de térébenthine.

La pesanteur spécifique de la poix-résine est de 1,0727, et sa composition, suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, est de

oxigène	13,337
carbone	75,944
hydrogène	10,719
	100,000

La résine se mêle facilement en diverses proportions avec les matières combustibles, et en modifiant ces proportions, on peut activer, modérer et enfin régulariser l'intensité du feu de certains artifices.

§. IX.

SOUFRE; FLEURS DE SOUFRE; RAFFINAGE DU SOUFRE.

Soufre.

Le soufre, que la chimie moderne a classé jusqu'à présent parmi les combustibles simples, et dont la connaissance date des temps les plus reculés, se trouve répandu avec une grande abondance dans la nature : on le retire des pyrites ou sulfures métalliques par fusion et sublimation,

et c'est ainsi que s'obtient la plus grande partie du soufre du commerce. On le trouve aussi à l'état presque pur dans le voisinage des volcans où il s'est sublimé et quelquefois cristallisé. L'Italie et la Sicile en fournissent beaucoup. On l'envoie de ces contrées à Marseille en état de brut, et sous le nom de *soufre en roche*. C'est là qu'il subit les opérations qui le rendent propre à être employé dans les arts, sous les noms de *soufre en canon* et de *fleurs de soufre*.

Le soufre du commerce est ordinairement de trois couleurs différentes, savoir, le jaune citrin tirant sur le vert, le jaune foncé, et le jaune brun. Comme ces trois nuances résultent des divers degrés de chaleur auxquels le soufre a été exposé dans son extraction en grand, on peut juger jusqu'à quel point il peut être encore chauffé de nouveau dans la fusion du raffinage. Quelle que soit au surplus la nuance de couleur du soufre, l'art de le raffiner consiste à conduire le feu de manière qu'il soit, après cette opération, de couleur d'un jaune brillant tirant un peu sur le vert.

Il convient, pour remplir cet objet, de trier d'abord le soufre suivant les nuances; on le

brise ensuite en morceaux pour en rendre la fonte plus prompte et plus uniforme. On commence par emplir la chaudière de fer qui doit servir au raffinage jusqu'à moitié avec le soufre vert, en le remuant avec une spatule de bois et une écumoire de fer, un autre quart avec le soufre jaune, et le surplus avec le brun en retirant le feu après avoir mis et laissé fondre presque entièrement le jaune. Lorsque le feu a été retiré, on couvre la chaudière avec le couvercle. La fusion du soufre achève de s'opérer par la chaleur de la masse; alors les corps légers s'élèvent à la surface, sous la forme d'une écume noire que l'on enlève; les corps plus lourds se précipitent au fond.

On laisse reposer cette fonte pendant l'espace de quatre à cinq heures. On découvre de temps en temps la chaudière pour enlever les écumes. Lorsqu'il ne s'en forme plus et que la surface de la fonte est nette, on décante avec des puisoirs de fer le soufre fluide et on le coule dans des formes destinées à cet usage; il s'y cristallise en masse irrégulière. On a soin en décantant de ne pas troubler le fond de la chaudière, où se trouve un résidu connu sous le nom de *crasse*. Ces crasses, dans leur état

de fluidité, sont coulées séparément dans des baquets évasés. Quand elles sont refroidies et consolidées en masses, on renverse les baquets; on brise ces masses en en séparant avec un ciseau les parties jaunâtres qui sont mises de côté pour les raffiner comme le soufre brut.

On a d'ailleurs substitué, depuis quelque temps, à cette méthode très ancienne de raffiner le soufre, un procédé de distillation bien préférable, et que nous ferons connaître après avoir décrit la préparation de la fleur de soufre.

Fleurs de soufre.

On obtient le *soufre en fleurs*, en le mettant à l'état de gaz et le volatilisant dans un appareil fermé. La chaudière, surmontée d'un chapiteau, communique par une embrasure avec une chambre voûtée, qui doit être assez éloignée de la chaudière pour s'échauffer le moins possible par l'action du fourneau. Le bas de l'embrasure est recouvert d'une dalle en pierre de taille, inclinée en pente du côté de la chaudière, et s'élevant assez au-dessus d'elle pour que le soufre qu'elle contient ne puisse pas, en se boursouflant, passer dans la chambre à l'état de fluide; elle sert aussi à retenir et à reverser

dans la chaudière les molécules trop grossières qui, au lieu de se volatiliser, se liquéfient sur la marche et coulent. Les molécules les plus légères passent seules dans la chambre, comme pouvant seules, par leur légèreté, franchir l'espace occupé par la dalle dans l'embrasure.

La chambre est percée dans sa voûte d'une ou de deux ouvertures carrées, fermées par des soupapes en tôle, montées sur un cadre de fer. Le devant du chapiteau a une porte pour charger la chaudière de soufre, et la nettoyer des corps étrangers après l'opération. Cette ouverture est fermée bien exactement par une plaque de fonte très forte, avec croisement d'une barre de fer fixée dans des tenons bien scellés. La chambre a aussi, pour son service intérieur, une porte qui permet à un ouvrier d'y entrer pour recueillir le soufre produit par la sublimation. Cette ouverture est fermée par une forte plaque de fonte fixée et retenue comme celles du chapiteau.

La chaudière ayant été remplie de soufre brut, et les portes du chapiteau, ainsi que celles de la chambre, étant hermétiquement fermées au moyen d'un lut dont on garnit le

tour de ces portes, on procède à la sublimation.

Le soufre se fond par l'action du calorique; dans cet état, il commence par entrer en ébullition. La chaleur se prolongeant, il devient épais, sirupeux; maintenu ainsi, il se sublime. Les molécules volatilisées se pressent et s'agglomèrent dans le chapiteau; elles passent dans la chambre, et y trouvant une température moins élevée, elles se figent en aiguilles très fines, formant une espèce de poussière, et se fixent soit contre les parois qu'elles rencontrent, soit sur le sol où elles se précipitent. Les produits de cette opération sont, d'une part, du soufre en poussière amené à un degré de pureté presque parfait; de l'autre, les parties terreuses et métalliques, qui, n'étant pas susceptibles de volatilisation, restent fixées dans la chaudière, d'où on les retire en état de cendres, et entièrement dépouillées de soufre, si la sublimation a été complète. Le déchet total est d'environ 20 pour 100, et les matières fixes qui restent dans le fond de la chaudière ne sont comprises dans ce déchet que pour 6 à 7. Le talent de l'ouvrier consiste essentiellement dans la connaissance qu'il doit

avoir de l'influence du calorique sur les produits de la sublimation, et il ne doit opérer qu'à l'aide d'un feu doux et modéré, pour obtenir une fleur de soufre qui réunisse toutes les qualités exigées dans le commerce.

Raffinage du soufre.

Le soufre est amené à l'état de pureté le plus parfait que les arts puissent atteindre, par un mode nouveau de raffinage, ou plutôt par une véritable distillation, dont le déchet n'est guère que de 10 à 11 pour cent, et qui s'opère au moyen de quelques modifications légères à l'appareil qui sert à préparer la fleur de soufre, et en conduisant le feu d'une manière tout-à-fait différente. Le nouvel appareil se compose de deux chaudières montées chacune sur un fourneau, et surmontées de chapiteaux qui communiquent à la chambre par des embrasures pratiquées dans le mur contigu aux chaudières. Au-dessus des chaudières s'élève, à l'origine de l'embrasure, une marche de hauteur suffisante pour prévenir tout versement de la matière contenue dans la chaudière; derrière cette marche, un plan incliné, dont elle forme le sommet, traverse l'épaisseur de l'em-

brasure en dirigeant sa pente vers la chambre. En face de l'embrasure, et au-dessus de la bouche des fourneaux, le chapiteau est percé d'une ouverture carrée, ayant pour objet de charger et de nettoyer la chaudière; cette ouverture est exactement fermée par une plaque de fonte de fer fortement retenue. Au-dessus de cette plaque est un trou destiné à passer la sonde nécessaire à l'ouvrier pour connaître l'état de la chaudière.

A la voûte de la chambre sont deux soupapes fermant sur un cadre de fer, devant donner issue aux vapeurs et aux gaz qui se forment pendant l'opération. Sur l'un des murs de la chambre est pratiquée une porte, ou ouverture, servant d'entrée pour le travail intérieur, le nettoiement ou les opérations de la chambre; cette ouverture est également retenue par une plaque de fonte.

Sur l'un des murs est encore une ouverture carrée, pour le passage d'un tuyau de fer, dont une des extrémités se rend dans l'intérieur de la chambre, à la surface de ce mur, au niveau du sol, et dont l'autre extrémité aboutit en dehors de la chambre, avec une saillie extérieure au-dessus d'un bassin solidement bâti.

Ce tuyau, fermé exactement à l'extérieur, est destiné à l'extraction du soufre liquide contenu dans la chambre.

Après avoir chargé ces chaudières de toute la quantité de soufre qu'elles peuvent contenir, et peu importe la qualité du soufre brut, l'ouvrier referme les ouvertures des chapiteaux avec les plaques de fonte, qu'il fixe avec soin au moyen de leurs barres transversales. Il enduit le tour des plaques d'une couche de mortier de terre, afin d'intercepter toute communication avec l'air extérieur. Il prend les mêmes précautions pour la partie latérale de la chambre ; il vérifie avec soin si le tuyau de coulage est exactement fermé, et ne peut laisser aucune communication de l'intérieur de la chambre avec l'air extérieur. Il met alors le feu de ses fourneaux en activité, et augmente graduellement son intensité pour amener le soufre contenu dans sa chaudière à l'état de liquidité d'abord, et ensuite à celui d'ébullition.

Un de ses premiers soins (et la moindre négligence à cet égard peut entraîner des accidens graves) doit être de visiter ses soupapes, de les nettoyer, de s'assurer si leur jeu est

facile et sans obstacles, et de les entr'ouvrir, pour faciliter le dégagement des vapeurs qui vont se former dans l'intérieur de l'appareil. Une bascule en fer, établie au-dessus de la soupape, et qui y est rattachée par une chaîne, est mise en mouvement par une corde de renvoi qui descend dans l'atelier à côté des fourneaux. L'ouvrier peut donc ainsi vérifier avec facilité l'état de ses soupapes, prévenir leur engorgement, et les tenir ouvertes lorsque la compression intérieure du gaz en exige le dégagement.

Lorsque le soufre contenu dans les chaudières est en ébullition, l'ouvrier doit entretenir un feu égal sans en augmenter l'intensité. Un coup de feu trop violent, en faisant soulever le liquide, pourrait produire le gonflement des écumes au-dessus de la marche, et la précipitation d'une partie du soufre dans la chambre. Un feu modéré et soutenu facilite le dégagement successif des bulles d'air dilaté par la chaleur; le liquide ne tarde point à prendre la consistance sirupeuse, effet du calorique sur le soufre en liquéfaction, et bientôt le soufre commence à passer à l'état de gaz ou vapeur. L'ouvrier doit conduire ses chau-

dières de manière que l'une d'elles commence sa sublimation une heure au moins avant l'autre. Le moment où la volatilisation a lieu est facile à reconnaître. L'ébullition du soufre a été indiquée par un bouillonnement intérieur qui se fait facilement entendre. Son passage à la volatilisation est marqué par la chaleur que reçoivent les plaques de fonte des chapiteaux. Lorsque la volatilisation a lieu, ces plaques, fortement échauffées par le contact des vapeurs, allument un morceau de soufre que l'on en approche.

C'est alors que l'ouvrier doit donner au feu de ses fourneaux la plus grande intensité : l'air et l'humidité contenus dans le soufre s'étant dégagés entièrement pendant l'ébullition, il n'a plus à craindre de soulèvement dans le liquide ; il doit soutenir cette intensité jusqu'à ce que la totalité du soufre ait passé en vapeurs, et qu'il ne reste plus dans la chaudière que les matières fixes dont il a voulu le séparer. Il connaîtra l'état de ses chaudières, en y plongeant jusqu'au fond la sonde qu'il introduira par le trou pratiqué au-dessus de la plaque des chapiteaux. Lorsqu'en retirant cette sonde il ne trouvera plus à son extré-

mité la trace qu'y doit laisser le soufre liquide, il aura acquis la preuve qu'il ne reste plus dans la chaudière que des matières sèches et fixes; alors il s'occupera d'un nouveau chargement de soufre, car il est avantageux de suivre sans interruption le travail, au moins pendant trois ou quatre opérations consécutives, pour porter de suite la température de l'appareil à un degré suffisant.

Lorsque la chambre a acquis le degré de chaleur nécessaire, l'ouvrier connaîtra si le soufre qui s'y trouve est en état de liquidité, en y jetant par les soupapes une pierre de soufre dont le bruit, en tombant sur le sol de la chambre, lui indiquera l'état de la matière. Si la totalité est liquéfiée, alors il ouvrira le tuyau de coulage, fera fondre le soufre cristallisé qui le remplit, et le soufre liquide contenu dans la chambre, coulera par ce tuyau dans le bassin pratiqué en dessous, d'où on le puisera, à mesure de son écoulement, pour le mettre dans des moules où il se figera par refroidissement.

Ce coulage, au reste, ne doit pas interrompre le travail des chaudières; il suffit qu'il reste dans la chambre assez de soufre liquide

pour que le tuyau soit hermétiquement fermé par la liqueur, et ne laisse par là aucun passage à l'air.

Tout ce qui peut tendre à éviter l'introduction de l'air, et par suite la combustion intérieure du soufre, doit être l'objet des soins de l'ouvrier, et son existence peut être compromise par la moindre négligence à cet égard ; car cette combustion intérieure donne naissance au gaz acide sulfureux, produit la dilatation subite du gaz et des vapeurs contenus dans l'appareil; et si malheureusement le jeu des soupapes n'est pas assez libre, si elles n'offrent pas un moyen de dégagement assez grand, il faut qu'un des côtés de l'appareil obéisse à cette pression incalculable, et c'est alors l'explosion d'un volcan.

Le soufre pur est une substance dure, cassante, d'une couleur d'un jaune vif, brillante dans sa cassure, inodore, ayant une saveur très faible, quoique pouvant se distinguer.

Si l'on fait éprouver à un gros morceau de soufre une chaleur douce, mais subite, comme en le pressant dans la main, il éclate et se brise en morceaux avec un craquement particulier. Cet effet est dû à l'action inégale de la chaleur

sur un corps qui la conduit lentement et qui a peu de cohésion.

Le soufre est inaltérable à l'air et insoluble dans l'eau ; sa pesanteur spécifique est de 1,990 ; cependant, suivant Brisson, celle du soufre natif est de 2,0332.

Chauffé à la température d'environ 77° centigrades, le soufre se volatilise ; en élevant la température à 104° centigrades, le soufre se fond et devient liquide comme l'eau ; en la portant à 294° centigrades, il s'allume spontanément à l'air et brûle avec une flamme bleue pâle, en émettant une grande quantité de vapeurs d'une odeur très suffocante : ces vapeurs sont le gaz acide sulfureux, produit pendant la combustion, par l'union du soufre avec l'oxigène de l'air.

Le soufre cristallise en longues aiguilles de forme octaèdre : à la température d'environ 104° centigrades, il suffit, pour produire cette cristallisation, de faire écouler promptement, lorsque le soufre a été fondu et que sa surface commence à se congeler, tout ce qui en reste à l'état liquide ; la cavité intérieure du morceau fondu se trouve alors tapissée de cristaux.

Le soufre qui, dans la poudre, contribue puissamment à sa densité et à sa conservation, en facilitant d'ailleurs le mélange du salpêtre et du charbon, sert aussi, pendant la durée de l'explosion, à entretenir la combustion que le charbon a déterminée, et à provoquer la prompte réduction de la potasse.

Son emploi dans les artifices de guerre a également ce double but de faciliter les mélanges, et quelquefois d'entretenir et de prolonger la combustion.

Pour s'assurer de la pureté du soufre, on le sublimera, au moyen d'une cornue de verre exposée à la douce chaleur d'un bain de sable qu'on élevera graduellement jusqu'à 200° centigrades environ, dans un récipient tenu à une très basse température. Quand tout le soufre aura passé dans le récipient, il ne devra rester, s'il est pur, aucun résidu dans la cornue.

La couleur du soufre dépendant généralement du degré de chaleur employé à le fondre, et cette couleur pouvant varier dès-lors sans que la pureté du soufre en soit altérée, il faut bien se garder de conclure, comme l'ont indiqué quelques artificiers, la pureté du soufre, de sa couleur jaune verdâtre. La blancheur

du soufre y indique la présence de l'eau, ainsi qu'on le remarque dans le lait de soufre obtenu par la précipitation du soufre d'un liquide qui le tenait en dissolution. Sa couleur rougeâtre peut dépendre parfois de la présence du bitume que M. Vauquelin a reconnu dans quelques mines de soufre.

§. X.

SUIF ; TÉRÉBENTHINE ; VERNIS ; VINAIGRE ; ZINC.

Suif.

Il paraît, d'après les expériences de M. Chevreul, que le suif, ainsi que toute autre espèce de graisse animale, est un mélange ou une combinaison de deux substances huileuses distinctes. Il a donné à la première de ces deux substances, qui est solide à la température ordinaire de l'atmosphère, le nom de *stéarine*, et il a désigné sous celui d'*élaïne* l'autre substance qui est fluide à cette même température. Mais un plus long détail sur ce sujet intéressant de la chimie animale, nous éloignerait trop du but de ce Manuel, et nous renverrons au beau travail que M. Chevreul

lui-même a publié en 1814 dans les Annales de Chimie. Nous ajouterons seulement qu'il semble résulter des expériences de Braconnot que les huiles fixes des substances végétales ont la même composition que le suif et la graisse animale.

Le suif, dans les salles d'artifices, a différens usages. On l'ajoute avec certaines matières combustibles, pour les rendre souples et molles pendant leur liquéfaction. On s'en frotte les mains, on en graisse les spatules pour manipuler plus commodément des compositions visqueuses, gluantes, etc....

Térébenthine.

C'est une substance résineuse de la consistance du miel, qui découle de plusieurs arbres de la famille des *térébinthacées* et de celle des *conifères*. On la retire communément par exsudation et incision du *pinus sylvestris et abies*, et c'est de celle-là qu'on fait usage pour les artifices; mais comme il existe dans le commerce un grand nombre de substances connues sous le nom de térébenthine, nous ne croyons pas inutile d'en donner ici au moins une nomenclature un peu étendue.

Térébenthine du Brésil ou *de Copahu :* elle provient du *copaifera officinalis.*

Térébenthine de Briançon : elle provient du *pinus cembra.*

Térébenthine du Canada : elle provient de l'*abies balsamea* de Miller, et s'emploie surtout en médecine, ainsi que celle de Copahu, dont elle se rapproche.

Térébenthine de Carpathie : elle provient du *pinus sylvestris* et du *pinus cembra*, qui croissent sur les monts Krapach, en Hongrie.

Térébenthine de térébinthe, de Chio, de Chypre ou *Scio :* c'est la térébenthine la plus anciennement connue ; elle provient du *pistacia terebinthus.*

Térébenthine de mélèze, de Venise : elle provient des mélèzes, et quand le feu l'a ramenée à l'état de résine solide, on l'appelle aussi térébenthine cuite.

Térébenthine d'Égypte, de *Gilead*, du *Grand-Caire*, de *Judée*, de la *Mecque.* Elle est fournie par l'*amyris opobalsamum*, et probablement aussi par l'*amyris gileadensis.*

Térébenthine de Strasbourg : elle est recueillie sur l'*abies pectinata* de De Candolle, dans les hautes montagnes de la Bourgogne et de l'Alsace.

La térébenthine, qui est un composé d'huile de térébenthine et de résine ou colophane, participe des propriétés des substances que nous venons de décrire, et sert également, dans les artifices de guerre, à modérer ou régulariser le feu, et aussi à la confection de plusieurs espèces d'enduits, mastics et cimens.

Vernis.

On donne en général le nom de vernis à différentes résines à l'état de dissolution dans les huiles, et aussi dans l'alcool.

Avant de faire dissoudre une résine dans une huile fixe, il est nécessaire de rendre l'huile siccative. Pour remplir cet objet, on fait bouillir l'huile avec des oxides métalliques; dans cette opération, le mucilage de l'huile se combine avec le métal, tandis que l'huile s'unit avec l'oxigène de l'oxide; pour accélérer la dessication du vernis à l'huile, il convient d'ajouter de l'huile de térébenthine.

On se sert avec avantage, pour divers artifices, d'une espèce de vernis en usage en Autriche pour la conservation des munitions de guerre, et dont voici la préparation.

Dans un pot de la capacité de 7 litres envi-

ron, on met 5 hectogrammes de colle-forte, et on y verse de l'eau froide de manière à ne laisser que 4 à 5 centimètres de vide : dès que la colle est suffisamment détrempée, c'est-à-dire sept à huit heures après qu'on y a versé l'eau, on met le pot sur le feu et on maintient la colle tiède. Dans un autre pot de même grandeur, on met 5 hectogrammes d'absinthe sèche, coupée en petits morceaux, et 15 à 20 grammes de coloquinte coupée de même, dont on a d'avance pilé les graines. On remplit le pot d'eau tiède, comme on l'a fait pour la colle, et on laisse bouillir le mélange en le remuant souvent, jusqu'à ce qu'il ait tari de 2 à 3 centimètres : on retire ensuite le pot du feu, on le couvre le plus hermétiquement possible, et on le laisse refroidir une journée tout entière, afin que l'absinthe et la coloquinte aient le temps de communiquer tous leurs sucs à la liqueur, et qu'elle s'épaississe le plus possible.

La colle et les sucs d'absinthe et de coloquinte ainsi préparés, sont passés au tamis, en les pressurant pour qu'ils coulent plus vite. On les réunit dans un même vase où on les mêle, et l'on chauffe jusqu'à ce que le

mélange entre en ébullition ; on le verse alors à plusieurs reprises sur 2 à 3 litres de farine de seigle, en délayant chaque fois, et jusqu'à ce que le tout forme une espèce de bouillie assez liquide. On donne une première couche de cet encollage, et quand elle est bien sèche, on donne une seconde couche avec le mélange suivant.

On verse dans un vase de cuivre un demi-litre d'huile de lin, sur 3 décagrammes de litharge (oxide de plomb) bien pilée et passée au tamis; et on remplit ainsi le vase successivement de litharge et d'huile de lin, jusqu'à 4 à 5 centimètres du bord ; on met le tout sur le feu, et on le laisse bouillir lentement pendant trois ou quatre heures. On retire le vase du feu et on le laisse refroidir pendant vingt-quatre heures, sans remuer, pour laisser reposer et clarifier le vernis. On le verse ensuite sans secousse dans un second vase où on le fait bouillir de nouveau, en y ajoutant 4 décagrammes de litharge et un demi-litre d'huile, et en ayant soin d'enlever les écumes qui surnagent. Après l'avoir laissé refroidir et reposer, on le décante de nouveau et on le fait bouillir encore en y ajoutant un demi-litre d'huile et 5 décagrammes de litharge. Dès que la couleur

du vernis, pendant l'ébullition, passe du rouge au brun, c'est la preuve certaine qu'il est assez cuit, et ce changement de couleur a lieu ordinairement en trois ou quatre heures. On broie alors 5 hectogrammes de blanc de céruse que l'on arrose d'eau fraîche, avec très peu d'huile de lin, et on y ajoute ensuite assez d'huile pour composer une bouillie liquide que l'on mêle avec le vernis. On couche ce mélange avec une brosse, et l'on a soin de le remuer de temps en temps, afin d'empêcher la céruse de se déposer au fond du vase.

En mettant en digestion une partie de gomme élastique ou caoutchouc, coupée en petits morceaux, dans trente-deux parties d'huile de térébenthine rectifiée, et passant le tout à travers un linge pour en séparer les parties non dissoutes, on obtient encore un vernis très moelleux, et qui convient surtout pour les machines aérostatiques.

Vinaigre.

Le vinaigre est un acide liquide, rougeâtre ou jaunâtre, d'une saveur et d'une odeur agréables ; sa pesanteur spécifique varie de 1,0135 à 1,025 ; il diffère aussi dans ses au-

tres propriétés à raison du liquide qui l'a produit, et l'on en trouve quatre variétés distinctes dans le commerce : le vinaigre de vin, le vinaigre de malt, le vinaigre de sucre, le vinaigre de bois.

On avait supposé long-temps, d'après l'autorité de Boërhaave, que la fermentation qui produit le vinaigre, était constamment précédée de la fermentation vineuse; c'est une erreur. Des liquides végétaux et des matières animales sont susceptibles d'éprouver la fermentation spontanée qui produit le vinaigre. Cet acide se développe fréquemment dans l'estomac, à la suite de mauvaises digestions; presque toutes les substances végétales sèches et quelques substances animales, étant exposées en vaisseaux clos à une chaleur rouge, en fournissent une grande quantité.

Le vinaigre, l'acide acéteux et l'acide acétique ne diffèrent que par la pureté et le degré de concentration qu'au moyen de procédés particuliers on parvient à donner au vinaigre pour le convertir successivement en acide acéteux, et enfin en acide acétique, qui prend aussi quelquefois la dénomination de vinaigre radical.

Le vinaigre contient, outre l'acide acétique et de l'eau, plusieurs autres substances, telles que du mucilage, du tartre, une matière colorante, et souvent aussi plusieurs acides végétaux. Quand on le distille à une température qui n'excède pas celle de l'eau bouillante, ou 100° centigrades ; jusqu'à ce qu'il en soit passé les 0,66 ou au plus les 0,83, ces impuretés restent dans le surplus du liquide, et le produit dans le récipient est l'acide pur étendu d'eau. Chenevix a fait voir cependant qu'il y restait encore, après avoir été ainsi distillé, une matière mucilagineuse ou extractive, et des traces d'une liqueur spiritueuse. L'acide acétique parfaitement pur se retire de l'acétate de cuivre (cristaux de Vénus); c'est pour cela qu'on le distinguait autrefois par le nom de vinaigre de Vénus, et sa pesanteur spécifique s'élève alors jusqu'à 1,063, suivant les expériences de M. Mollerat, et même jusqu'à 1,080, suivant Richter.

De toutes les préparations des différens vinaigres que l'on trouve dans le commerce, la plus intéressante est celle qui se pratique dans l'Orléanais, où l'on fabrique une grande quantité de vinaigre de vin, et cet objet de

manufacture a acquis une telle célébrité que le procédé dont on y fait usage mérite une considération particulière.

On place les uns sur les autres en en formant ordinairement trois rangées, des tonneaux pouvant contenir 150 à 200 litres environ ; la partie supérieure du fond est percée, à deux doigts du jable, d'une ouverture de 3 à 4 centimètres qui reste toujours ouverte, afin de laisser un libre accès à l'air. Le vin destiné à être converti en vinaigre est conservé dans des tonneaux joignant ceux-ci, et contenant des copeaux de hêtre, ou, en terme de l'art, un *rapé* de copeaux de hêtre, auxquels les lies adhèrent. On en soutire le vin lorsqu'il est ainsi clarifié : on verse d'abord dans chacun des tonneaux disposés pour y faire le vinaigre, environ 50 litres de bon vinaigre bouillant, et on l'y laisse séjourner pendant huit jours. On ajoute alors dans chaque tonneau 5 litres de vin, et l'on continue ainsi de huit jours en huit jours, jusqu'à ce que les tonneaux soient à moitié pleins. Quand la totalité du liquide est convertie en vinaigre, ce qui a lieu plus ou moins promptement, suivant la nature du vin et la température du

lieu où l'on opère, on soutire de chaque tonneau 5 litres de vinaigre, que l'on remplace par 5 litres de vin, et ainsi de suite successivement. Le vinaigre soutiré est jeté sur un lit de copeaux de chêne, à travers lequel il doit filtrer pour tomber dans une cuve, où on le laisse séjourner une quinzaine de jours avant de le mettre en barils et de le livrer au commerce.

Les tonneaux qui ont servi à la préparation du vinaigre se nomment *mères* de vinaigre; on a grand soin de ne jamais les épuiser, et pour juger si elles travaillent bien, on y introduit, par l'ouverture supérieure, une règle recourbée qu'on plonge dans le liquide; et suivant les traces d'écume qu'on y aperçoit en la retirant, on reconnaît que la mère a plus ou moins besoin d'être rafraîchie, ce que l'on fait en ajoutant de nouveau vin. La température de l'atelier du fabricateur doit être constante; on la maintient avec des poêles, et l'on a reconnu que celle de 25 à 30° centigrades était la plus convenable.

Il nous reste à décrire maintenant la préparation du vinaigre de bois, afin de compléter, sur la carbonisation, quelques détails

intéressans que nous n'avons fait qu'indiquer en parlant du charbon.

L'appareil qui a été adopté comme remplissant le mieux cet objet, consiste dans une suite de cylindres de fonte de fer établis horizontalement sur un massif de fourneaux construits en briques, de manière que la flamme d'un fourneau circule librement autour de deux cylindres. Chacune des extrémités de ces cylindres dépasse un peu le bâti en briques; l'une d'elles, qu'on appelle la bouche de la cornue, est fermée par un disque de fer solidement scellé par un lut d'argile, et maintenue en place par des cales ou coins. A l'autre extrémité est ajusté un disque de fonte qui y est fermement assujetti et retenu; du centre de ce disque sort un tube de fer de 1 décimètre environ de diamètre entrant à angle droit dans un autre, qui est le tube principal de réfrigération, et qui, suivant le nombre des cylindres, peut avoir de 2 à 3 décimètres de diamètre. La charge de bois pour chaque cylindre est du poids de 400 kilogrammes environ. On maintient les cylindres chauffés pendant tout le jour, et on laisse le fourneau refroidir pendant la nuit; le lende-

main matin, on ouvre les portes ou bouches de ces cylindres, et après en avoir retiré le charbon, on y introduit une nouvelle charge de bois.

Le produit moyen en vinaigre brut, appelé *acide pyroligneux*, est d'environ 130 litres; ce vinaigre sali par beaucoup de goudron, est d'un brun foncé, et sa pesanteur spécifique est de 1,025. Son poids total est donc de 130 kilogrammes à peu près; mais le poids du charbon résidu n'excède pas celui d'un cinquième du bois employé, c'est-à-dire 80 kilogrammes : d'où il suit qu'il s'est dissipé en gaz non condensables près de la moitié de la matière pondérable du bois.

L'acide pyroligneux brut est rectifié dans un alambic de cuivre, dans le corps duquel on laisse, sur cent parties soumises à la distillation, vingt parties de matières goudronneuses visqueuses; les quatre-vingts autres parties sont du vinaigre d'un brun transparent, ayant une très forte odeur d'empyreume, et une pesanteur spécifique de 1,013. Ses facultés acides surpassent celles du meilleur vinaigre domestique dans le rapport de 3 à 2; en distillant ensuite ce nouveau vinaigre, en évaporant à siccité le produit de

la distillation préalablement saturé avec de la chaux vive, et en calcinant modérément le résidu, l'empyreume est si complétement dissipé, qu'en décomposant alors le sel calcaire par de l'acide sulfurique, il passe à la distillation un vinaigre pur, parfaitement incolore, et d'un goût agréable. La force de ce vinaigre sera en raison de la concentration de l'acide décomposant.

On voit, par cette description succincte, combien il serait facile, avec cet appareil, ou tout autre semblable qui laisserait le manipulateur maître du degré de carbonisation, de se procurer à la fois le charbon convenable et le vinaigre nécessaire à la confection des artifices. Ce charbon est d'une teinte noire rougeâtre, due probablement à un peu d'oxide de fer provenant des cylindres de fonte de fer où s'opère la carbonisation.

Le vinaigre faible ou mal préparé est très sujet à se décomposer; mais Schéele reconnut que, lorsqu'on le fait bouillir pendant quelques instans, on peut ensuite le garder longtemps sans altération.

L'acide acétique ne peut être décomposé qu'à une forte chaleur rouge; mais à l'aide

du charbon, la décomposition est complète. La composition de cet acide est, suivant M. Gay-Lussac,

hydrogène.........	5,629
carbone...........	50,224
oxigène............	44,147
	100,000

Et suivant M. Berzélius,

hydrogène.........	6,35
carbone...........	46,83
oxigène...........	46,82
	100,00

L'acide acétique dissout les résines, les gommes résines, le camphre et les huiles essentielles. Chauffé à l'air lorsqu'il est concentré, il s'enflamme si rapidement qu'on serait tenté d'y soupçonner la présence de l'éther. Le vinaigre, qui participe de ces propriétés, sert à humecter différentes compositions d'artifice.

L'acide acétique et le vinaigre sont quelquefois frauduleusement mêlés avec de l'acide sulfurique pour leur donner de la force. En y ajoutant un peu de craie, ou mieux encore d'hydro-chlorate de baryte, la formation d'un précipité insoluble indique la fraude; s'il n'y

a pas de fraude, la limpidité de la dissolution n'est pas troublée. La présence du cuivre dans le vinaigre se reconnaît en le sursaturant d'ammoniaque, ce qui y produit une couleur bleue; celle du plomb s'y reconnaît au moyen du sulfate de soude, des hydro-sulfures, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide gallique, qui en troublent la limpidité : aucune de ces substances ne produirait de changement sur du vinaigre naturel.

Zinc.

On n'a jamais trouvé en Europe le zinc à l'état de pureté; mais il en existe plusieurs mines différentes dans lesquelles ce métal se trouve à l'état de combinaison avec le soufre, et quelquefois avec un peu de fer.

Une des mines de zinc les plus communes est un minéral feuilleté, ordinairement brun, appelé *blende;* il est insipide et insoluble dans l'eau : sa pesanteur spécifique est d'environ 4,00, et suivant le docteur Thomson, sa composition, abstraction faite d'un peu de fer, est de 1 atome de zinc et 1 atome de soufre. Cette mine, après avoir été grillée, pulvérisée et mêlée avec du charbon de bois, est exposée

à une forte chaleur dans de grands pots d'argile fermés. Le zinc est réduit; il coule goutte par goutte dans un tube de fer adapté à l'extrémité inférieure du pot, et tombe dans un vaisseau qui contient de l'eau. Le zinc est ensuite fondu, et coulé en lingots.

Le zinc est d'une couleur blanche brillante, avec une nuance de bleu; sa structure est lamelleuse. Lorsqu'on le frotte pendant quelque temps entre les doigts, il les noircit en leur communiquant un goût particulier, et il émet une odeur sensible : il est plutôt mou que dur. La pesanteur spécifique du zinc fondu varie de 6,86 à 7,10; le plus léger est considéré comme le plus pur. Lorsqu'il a été écroui, sa pesanteur s'élève jusqu'à 7,1908 suivant Brisson.

Ce métal forme, pour ainsi dire, la limite entre les métaux cassans et les métaux malléables; sa malléabilité ne peut entrer en comparaison avec celle du cuivre, du plomb ou de l'étain, et cependant il n'est pas aussi cassant que l'antimoine ou l'arsenic. Le zinc ne se brise pas sous le marteau, quoiqu'il ne puisse pas prendre beaucoup d'extension par ce moyen; mais il s'étend assez aisément entre

les cylindres du laminoir. A l'aide de procédés particuliers, et en chauffant le zinc convenablement, on est parvenu à le forger et à lui donner par la trempe assez de dureté pour que des clous de zinc puissent servir au chevillage des vaisseaux.

Il est difficile de réduire par la lime le zinc en limaille; mais on peut le granuler, comme les métaux malléables, en le mettant, lorsqu'il est fondu, dans de l'eau froide. En le chauffant d'ailleurs jusqu'à environ 205° centigrades, on le rend assez cassant pour qu'il puisse être pulvérisé dans un mortier; c'est ainsi que l'artificier doit le préparer pour ses besoins, et il entre dans un grand nombre d'artifices à raison de sa propriété de brûler avec une flamme blanche, éblouissante, d'une teinte bleuâtre. Pendant sa combustion, le zinc est oxidé avec une telle rapidité, qu'il se sublime sous la forme de fleurs blanches, appelées *fleurs de zinc* ou *laine philosophique*; ces fleurs se produisent en telle abondance, que l'accès de l'air est bientôt interrompu, et la combustion cesse, à moins qu'on ne remue la matière ou qu'on ne maintienne une chaleur considérable.

L'acide nitrique étendu se combine rapidement avec le zinc; la dissolution est très caustique et fournit, par évaporation et refroidissement, des cristaux de nitrate de zinc qui détonent légèrement sur des charbons ardens, mais qui sont déliquescens.

L'acide acétique dissout aisément le zinc, et la dissolution donne par évaporation des cristaux d'acétate de zinc. Ces cristaux ne sont point altérés par leur exposition à l'air; ils sont solubles dans l'eau, et brûlent avec une flamme bleue.

Lorsqu'on ajoute du zinc en poudre à du nitre fondu, ou, lorsqu'on projette de cette poudre sur du nitre chauffé au rouge dans un creuset, il se produit une détonation violente, de telle sorte qu'il est nécessaire d'avoir soin de n'opérer que sur de petites quantités à la fois, parce qu'il peut arriver que des portions de la matière brûlante soient chassées hors du creuset.

SECONDE PARTIE.

COMBUSTION ; COMBINAISONS ET MÉLANGES DE SUBSTANCES COMBUSTIBLES PROPRES A DIVERSES COMPOSITIONS D'ARTIFICE.

§. Ier.

COMBUSTION.

On entend par *combustion* le dégagement simultané de chaleur et de lumièrequi accompagne la combinaison chimique. On a souvent pris ce mot pour synonyme d'*inflammation*, terme qui devrait être restreint et appliqué seulement au cas où une substance gazeuse est brûlée. L'*ignition* est l'incandescence d'un corps produite par des moyens extérieurs, et sans que la constitution chimique du corps soit changée en aucune manière.

De tous les phénomènes qui ont attiré l'attention des chimistes, le plus étonnant peut-être, et sans contredit le plus intéressant pour l'artificier, c'est la combustion : c'est à la fois la base et le but de la pyrotechnie. Nous tâ-

cherons donc de donner ici un exposé convenablement détaillé des explications adoptées sur ce sujet, à diverses époques. Quelle que soit au reste l'hypothèse à laquelle on veuille s'arrêter sur la théorie de ce phénomène, les faits constatés par les chimistes les plus distingués de tous les pays, et présentés à l'appui de leurs différentes opinions, n'en sont pas moins importans à connaître et à méditer pour tous ceux qui veulent s'occuper de pyrotechnie.

La première explication que l'on essaya de donner de la combustion était bien peu satisfaisante. On supposait l'existence d'un corps élémentaire appelé *feu*, qui avait la propriété de dévorer certains autres corps et de les convertir en sa propre substance. En mettant le feu à un fourneau rempli de charbon, on y introduisait, suivant cette hypothèse, une petite portion de l'élément du feu, qui commençait immédiatement à dévorer le charbon, et à le changer en feu, à l'exception de la portion quelconque de ce charbon qui n'était pas propre à lui servir d'aliment, et qu'il laissait à l'état de cendres.

Le docteur Hooke proposa, en 1665, une hypothèse beaucoup plus ingénieuse et plus

satisfaisante sur les phénomènes de la combustion. Il annonça qu'il existe dans l'air ordinaire une certaine substance qu'il considérait comme semblable à celle fixée dans le salpêtre, si elle n'était pas absolument la même. Cette substance avait suivant lui la propriété de dissoudre tous les corps combustibles, mais seulement lorsque leur température était considérablement élevée. La dissolution avait si rapidement lieu, qu'elle produisait à la fois chaleur et lumière, qui ne résultaient l'une et l'autre, dans son opinion, que du simple mouvement des particules de la matière. La substance dissoute était en partie à l'état d'air, et en partie coagulée sous forme liquide ou solide. La quantité de cette substance dissolvante que contient un volume d'air, est incomparablement moindre que celle qui existe dans un volume égal de salpêtre, d'où il résulte qu'un corps combustible ne continue de brûler que pendant un court espace de temps dans un volume donné d'air, parce que le dissolvant étant promptement saturé, la combustion cesse d'avoir lieu. Aussi le meilleur moyen d'opérer la combustion avec succès est-il de renouveler continuellement l'air, comme celui

de l'accélérer considérablement, est de le faire affluer par le moyen de soufflets.

Cette théorie de Hooke fut adoptée environ dix ans après sa publication, et modifiée par Mayow, qui donna le nom de *spiritus-nitro-aereus* à la substance dissolvante de Hooke : il suppose qu'elle est formée de molécules d'une très grande ténuité, qui sont continuellement, avec celles des corps combustibles, dans un état de lutte qui donne lieu à tous les changemens produits. Le feu consiste dans le mouvement rapide de ces molécules, et la chaleur, dans leur mouvement moins accéléré; le soleil n'est autre chose que ces particules nitro-aériennes dans un état de grande rapidité de mouvement. Elles remplissent tout l'espace; la vitesse de mouvement de ces molécules diminue en raison de leur distance du soleil, et, lorsqu'elles approchent de la terre, elles deviennent pointues et constituent le froid.

A cette théorie de Hooke et Mayow en succéda bientôt une autre d'un genre bien différent. Proposée d'abord par Becher, elle fut depuis présentée par son disciple Stahl, et devint célèbre sous le nom de *théorie stahlienne* ou du *phlogistique*. Suivant cette théorie de

Stahl, toutes les substances combustibles contiennent en elles-mêmes un certain corps connu sous le nom de *phlogistique*, auquel elles doivent leur combustibilité. Cette substance est absolument la même dans tous les combustibles, qui ne diffèrent, par conséquent, entre eux que par la diversité de leurs autres principes, avec lesquels le phlogistique est combiné. La combustion et tous les phénomènes qui s'y rapportent dépendent uniquement de la séparation et de la dissipation de ce principe; dès qu'elles ont eu lieu, le reste du corps est incombustible. Le phlogistique est particulièrement disposé à être affecté d'un mouvement violent de tournoiement, et la chaleur ainsi que la lumière qui se manifestent pendant la combustion, sont simplement deux propriétés du phlogistique dans cet état de grande agitation.

Mais qu'est-ce que le phlogistique? Suivant Macquer, qui modifia le premier la théorie de Stahl, le phlogistique n'est autre chose que la lumière fixée dans les corps. Cette théorie du phlogistique fut encore modifiée successivement par Priestley, par Crawford et par Kirwan qui entreprit de prouver que le phlogistique était la même chose que l'hydrogène.

Cette opinion, que Kirwan annonça lui avoir été suggérée par les découvertes du docteur Priestley, fut accueillie avec une grande faveur, ou admise avec certaines modifications par Bergman, Guyton-Morveau, et un assez grand nombre d'autres chimistes.

Pendant qu'on modifiait ainsi de diverses manières la théorie de Stahl sur la combustion, et lorsque les découvertes de Schéele, Cavendish et Priestley eurent fait voir clairement toute l'importance du rôle que jouait l'air dans le plus grand nombre des cas de combustion, parut enfin la théorie de l'illustre Lavoisier qui détruisit complétement l'existence du phlogistique. Établissant comme loi générale, que « dans tout cas de combustion l'oxigène se combine avec le corps qui brûle », et s'appuyant de l'hypothèse de Black sur la chaleur latente, Lavoisier donna l'explication suivante des phénomènes de la combustion : « L'oxigène de l'atmosphère, dans son état de gaz, est combiné avec le calorique et la lumière; pendant la combustion, ce gaz est *décomposé*, le calorique et la lumière s'en dégagent, tandis que sa base se combine avec le combustible et forme le produit. Ce produit

est incombustible, parce que sa base étant déjà saturée d'oxigène, elle ne peut plus en prendre davantage. » On objectait avec raison, contre cette explication, que les combinaisons de l'oxigène, lorsqu'il est liquide ou solide, produisent des combustions aussi violentes que lorsqu'il est à l'état gazeux. Si, par exemple, on verse de l'acide nitrique sur de l'huile de lin ou de térébenthine, il y a combustion très rapide et dégagement très considérable de calorique et de lumière. Ici l'oxigène fait partie de l'acide nitrique liquide, et il était déjà combiné avec l'azote, c'est-à-dire que l'azote avait éprouvé la combustion : or, dans ce cas, non seulement l'oxigène était à l'état liquide, mais encore il a éprouvé le changement produit par la combustion; il en résulterait donc que l'oxigène peut donner du calorique et de la lumière, non seulement lorsqu'il est liquide, mais même après la combustion; ce qui est directement contraire à la théorie.

La poudre à canon, lorsqu'elle est enflammée, brûle avec une grande rapidité dans les vaisseaux fermés ou dans le vide. Cette matière est composée de nitre, de charbon et de soufre. Ces deux dernières substances sont com-

bustibles; et la première, composée d'acide nitrique et de potasse, fournit l'oxigène. Dans ce cas, l'oxigène est non seulement combiné avec l'azote, mais encore il forme une des parties constituantes d'un solide. Cependant l'émission du calorique et de la lumière est plus grande encore pendant la combustion de la poudre, dont presque tout le produit est à l'état de gaz. Cet effet de la poudre est doublement en opposition avec la théorie; car comment supposer qu'il y ait dégagement de calorique et de lumière, lorsqu'un corps solide est converti en gaz, quand, pour exister dans cet état, il lui faut plus de calorique et de lumière qu'il n'en contenait lorsqu'il était solide. Malgré ces objections réelles auxquelles on n'opposa que des subterfuges, la théorie de Lavoisier, après bien des hésitations, fut adoptée généralement et produisit une révolution complète dans la science de la chimie. Cette théorie, qui laisse encore beaucoup d'incertitude sur plusieurs points de difficulté dans les phénomènes de la combustion, et qu'on aurait dû considérer plutôt comme une conjecture ingénieuse que comme une théorie pleinement établie, servit cependant de base à plusieurs traités de chimie,

Il était réservé à sir H. Davy de ramener les chimistes, à l'aide d'une série d'investigations sans exemple, du dédale des spéculations imaginaires, dans la route de la raison, plus difficile à la vérité, mais plus avantageuse et plus favorable aux progrès de la science; néanmoins la saine logique, la candeur pure et l'exactitude mathématique des conséquences qui caractérisent les élémens de Lavoisier, couvriront toujours son nom d'une gloire immortelle. Il nous reste à présenter actuellement, pour compléter ce que nous avions à dire sur la combustion, quelques unes des observations les plus intéressantes de sir H. Davy.

Toutes les fois que les forces chimiques qui déterminent la combinaison ou la décomposition s'exercent avec énergie, les phénomènes de combustion ou d'incandescence avec changement de propriétés se manifestent. Ainsi donc la distinction des corps en soutiens de combustion et combustibles est inexacte et frivole; car, dans le fait, une substance joue souvent les deux rôles, étant, dans un cas, soutien de combustion en apparence, et dans un autre, combustible. Mais, dans l'un et l'autre cas, la lumière et la chaleur sont dues à la

même cause, et indiquent seulement l'énergie et la rapidité avec laquelle l'action réciproque s'exerce.

Ainsi, par exemple, l'hydrogène sulfuré est un combustible avec l'oxigène et le chlore, et il est soutien de combustion avec le potassium. Le soufre avec le chlore et l'oxigène est une base combustible ; tandis qu'avec les métaux il joue le rôle de soutien de combustion, puisqu'il en résulte une incandescence et une saturation réciproques. Pareillement, le potassium s'unit avec une telle énergie au tellure et à l'arsenic, qu'il produit un phénomène de combustion ; et nous ne pouvons pas ici attribuer le phénomène au dégagement de la chaleur latente occasionnée par condensation de volume. Le protoxide de chlore, substance qui ne contient aucun élément combustible, développe avec une force extrême, au moment de sa décomposition, de la chaleur et de la lumière, et cependant son volume est quintuplé. Le chlorure et l'iodure d'azote, composés aussi dépourvus de toute substance inflammable, selon la manière ordinaire de voir, se réduisent en leurs élémens avec une force d'explosion effrayante; et

le premier de ces corps occupe un volume au-delà de six cents fois plus grand que celui qu'il avait d'abord. Or, d'après les principes de la chaleur latente, un froid considérable devrait, au contraire, accompagner une pareille dilatation. De même encore les chlorates et nitrates, traités par le charbon, le soufre, le phosphore ou les métaux, donnent lieu à déflagration ou détonent, et le volume des substances se combinant est augmenté dans une grande proportion. On peut en dire autant des azotures d'or et d'argent.

Il est évident, d'après les faits précédens, 1°. que la combustion ne dépend pas nécessairement de l'action de l'oxigène ; 2°. que le développement de la chaleur ne doit pas être attribué uniquement à ce que le gaz partage ce fluide éthéré avec le corps auquel il se fixe, ou qu'il brûle ; et 3°. qu'il n'y a pas de substance particulière ou de forme de matière nécessaire pour produire cet effet, mais que c'est un résultat général des actions réciproques de toutes les substances qui sont douées les unes pour les autres d'une forte affinité chimique, ou qui jouissent de facultés électriques apparentes, et que cet effet a lieu

dans tous les cas où l'on peut concevoir qu'un mouvement intense et violent est communiqué aux particules des corps.

Ainsi s'explique naturellement la combustion produite par frottement, percussion, électricité, compression ou simple mélange; et l'on peut établir comme un axiome que la combustion n'est qu'un accessoire accidentel et fortuit de la combinaison chimique ou de la décomposition, et qui est dû aux mouvemens intérieurs des particules des corps qui tendent à s'arranger dans un nouvel ordre de constitution chimique.

Sir H. Davy, dans ses recherches sur la combustion et sur la flamme, recherches qui le conduisirent à la découverte admirable de la lampe de sûreté des mineurs, constata plusieurs faits intéressans qui nous semblent de nature à mériter particulièrement l'attention des artificiers.

La température nécessaire pour enflammer différens corps varie suivant leurs combustibilités respectives, et elle est indépendante de la compression ou de la raréfaction. Si l'on prépare une suite de globules métalliques de différentes dimensions en fondant l'extrémité

de fils de fer, et qu'on allume ensuite de très petites flammes de même dimension et produites par différens corps, la dimension de la petite sphère qui convient pour l'extinction d'une flamme particulière, sera la mesure de sa combustibilité. Un globule de 13 dix millimètres amené auprès d'une flamme d'huile de 9 dix millimètres, l'éteint, quand il est froid, à la distance d'un diamètre. Néanmoins, si le globule était chauffé, la distance à laquelle il produit l'extinction serait diminuée. A une chaleur rouge-blanche, le globule n'éteint pas la flamme par son contact actuel, quoiqu'à une chaleur rouge-obscure il produise immédiatement cet effet.

La flamme des combustibles peut, dans tous les cas, être considérée comme la combustion d'un *mélange explosif* de gaz inflammable, ou de vapeur avec l'air. Les flammes accroissent d'éclat et de densité par la production et l'ignition d'une matière solide. C'est ainsi que le gaz oléfiant fournit la lumière la plus blanche et la plus éclatante de tous les gaz combustibles, parce que, comme nous le savons d'après les expériences de Berthollet sur l'hydrogène carboné, il dépose,

à une température élevée, une très grande quantité de charbon solide. On explique aisément de cette manière les apparences des différentes parties des flammes des corps en combustion, et de la flamme produite par le chalumeau. Le point de la flamme bleue plus intérieure, où la chaleur est la plus grande, est celui où la totalité du charbon est brûlée dans sa combinaison gazeuse, et sans qu'il y ait un dépôt préalable.

On peut augmenter la lumière de certaines substances en combustion, en plaçant, au milieu de leurs flammes, des substances même incombustibles. C'est ainsi que l'intensité de la lumière du soufre, de l'hydrogène, de l'oxide de carbone, brûlans, est augmentée à un haut degré en y projetant de l'oxide de zinc, ou en y plaçant un fil très délié d'amianthe ou une gaze métallique; lorsque la couleur de la flamme est changée par l'introduction de composés incombustibles, il est probable que cet effet dépend de la production et de l'ignition subséquentes, ou de la combustion d'une matière inflammable qui en provient. La flamme ou la matière gazeuse,

chauffée au point d'être lumineuse, possède une température supérieure à la chaleur rouge-blanche de corps solides ; et ceci est démontré par le fait, que l'air, sans être lumineux, peut communiquer ce degré de chaleur : en tenant un fil de platine à 1 millimètre environ du milieu de la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, et cachant la flamme par un corps opaque, le fil devient aussitôt rouge-blanc dans un espace où l'on n'aperçoit point de lumière visible. La température de la flamme est peut-être aussi haute qu'aucune de celles que nous connaissons.

La chaleur de flammes (du moins celle qu'elles peuvent communiquer à d'autres substances) peut être diminuée en augmentant leur lumière ; elle peut aussi être augmentée en diminuant leur lumière. La flamme de combustion qui produit la plus forte chaleur parmi toutes celles qu'on a examinées, est celle d'un mélange d'oxigène et d'hydrogène comprimé par la pompe fixée à la partie supérieure du chalumeau de Newman. Cette flamme, à peine visible dans un jour brillant, fond instantanément les corps

les plus réfractaires ; et la lumière produite par les corps qu'elle met en ignition est assez vive pour affecter douloureusement l'œil.

Il paraît, d'après les expériences faites pour déterminer la chaleur dégagée par différens combustibles pendant l'acte de la combustion, que l'hydrogène produit plus de chaleur qu'aucun autre de ses composés. Parmi les autres corps combustibles, on a remarqué, en s'occupant des causes qui modifient, ou arrêtent la combustion, ou éteignent la flamme, que ceux qui exigent le moins de chaleur pour leur combustion doivent brûler dans un air plus raréfié que ceux qui en exigent davantage, et que ceux qui développent beaucoup de chaleur dans leur combustion doivent, toutes choses égales d'ailleurs, brûler dans un air plus raréfié que ceux qui en produisent peu.

Les expériences qu'on a faites sur la combustion dans l'air condensé ont montré que, comme la raréfaction ne diminue pas considérablement la chaleur de la flamme dans l'air atmosphérique, sa condensation ne doit pas non plus l'augmenter beaucoup : circonstance d'une haute importance dans la constitution de

notre atmosphère, qui, à toutes les hauteurs et profondeurs où l'homme peut vivre, devra se comporter de même relativement à la combustion.

En faisant passer des mélanges d'hydrogène et d'oxigène à travers des tubes chauffés au-dessous du rouge, sir H. Davy observa qu'il paraissait s'être formé de la vapeur sans qu'il y eût eu combustion; il s'assura alors qu'effectivement, à une certaine température, la combinaison s'opère sans aucune violence et sans dégagement de lumière, et cependant, dans cette *combustion invisible*, où l'élévation de température n'est pas suffisante pour rendre les matières gazeuses elles-mêmes lumineuses, elle pourrait néanmoins être capable de mettre à l'état d'ignition les corps solides qu'on y exposerait. Cela explique pourquoi l'on obtient une bien plus grande quantité de chaleur quand on fait brûler plus rapidement le combustible; et l'on voit que, dans tous les cas, il faut maintenir la température des corps qui agissent les uns sur les autres aussi élevée que possible, non seulement parce que l'accroissement général de la chaleur est plus grand, mais encore parce que l'on prévient

par là la formation de combinaisons qui, à de plus basses températures, peuvent avoir lieu sans qu'il se produise aucun dégagement de chaleur considérable. Ainsi, dans la lampe d'Argand et dans les meilleures cheminées, l'augmentation d'effet ne dépend pas seulement de la rapidité du courant d'air, mais encore de la chaleur conservée par la disposition des matériaux dans la cheminée, et qui est communiquée aux substances qui s'enflamment.

Les courans de flamme ne peuvent jamais élever la température des corps qu'on y expose au-delà d'un certain degré, qui est celui de leur propre température ; mais on ne peut douter que, par la compression, on ne puisse augmenter considérablement la chaleur des flammes, et proportionnellement sans doute à la compression exercée.

On peut maintenant concevoir aisément la nature de la lumière des flammes et leur forme. Quand dans les flammes il ne se brûle qu'une matière gazeuse pure, la lumière produite est extrêmement faible ; la densité de la flamme ordinaire est proportionnelle à la quantité de charbon solide qui se dépose

d'abord, et qui est brûlé ensuite. La forme de la flamme est conique, parce que la plus grande chaleur est dans le centre du mélange explosif. En regardant fixement la flamme, on aperçoit la partie où la matière combustible est volatilisée, et elle semble obscure par opposition avec celle où elle commence à brûler, c'est-à-dire où elle se trouve mêlée avec l'air de manière à devenir explosive. La chaleur diminue vers la sommité de la flamme, parce que c'est dans cette partie que la quantité d'oxigène est la moindre. Quand la mèche, par l'accumulation du charbon, acquiert des dimensions considérables, elle refroidit la flamme par rayonnement, et empêche la quantité convenable d'oxigène de se mêler avec sa partie centrale; par conséquent, le charbon qui s'échappe du sommet de la flamme est simplement rouge de chaleur, et la plus grande partie sort sans avoir été consumée.

§. II.

COMBINAISONS ET MÉLANGES DE SUBSTANCES COMBUSTIBLES PROPRES A DIVERSES COMPOSITIONS D'ARTIFICES.

Il est peu d'artifices dans lesquels la poudre à canon, soit grainée, soit en pulvérin, ne joue un rôle très important; d'ailleurs, la préparation des matières premières qui la composent, leur dosage, leur trituration, enfin toutes les manipulations qui tendent à en former une mixtion homogène, sont du plus haut intérêt pour l'artificier, qui doit en étudier les moindres détails, afin de les appliquer ensuite, sans tâtonnemens inutiles et avec les modifications nécessaires, aux mélanges des diverses substances combustibles qu'il emploie habituellement. Nous tâcherons donc d'exposer d'une manière convenablement étendue les procédés employés jusqu'à présent à la fabrication de la poudre, et nous insisterons particulièrement sur le mode d'épreuve qui nous semble le plus propre à constater réellement la bonne qualité des poudres fabriquées.

On ne doit pas se dissimuler qu'il est des dangers réels inhérens à la nature même des travaux de l'artificier : le frottement, la percussion, l'électricité, une commotion violente, peuvent déterminer accidentellement la combustion. On ne saurait donc recommander trop de prudence et de circonspection aux ouvriers qui travaillent à l'artifice ; la moindre négligence de leur part, le plus léger oubli, peuvent compromettre l'atelier tout entier.

La plus grande propreté et le plus grand ordre doivent régner dans une salle d'artifice ; les compositions les plus énergiques y sont préparées séparément et par petites portions à la fois : tout est étiqueté avec le plus grand soin. Chaque ouvrier y a sa place marquée, isolée autant que possible ; ses outils, et les compositions qu'il doit employer y sont disposés successivement suivant ses besoins journaliers, toujours sans encombrement, et de manière qu'il puisse travailler à l'aise et sans gêner ses voisins.

C'est en tenant sévèrement la main à ce que les précautions les plus minutieuses s'exécutent sans réserve dès qu'elles sont prescrites,

que le chef artificier prévient dans son atelier les causes les plus ordinaires de danger ; s'il survient alors une explosion accidentelle, elle est isolée, et tellement prévue qu'elle ne peut plus avoir d'effet bien meurtrier.

§. III.

POUDRE ; DOSAGE ; TRITURATION ; GRANULATION ; SÉCHAGE ; EXPLOSION ; ÉPROUVETTES ; MEILLEUR MODE D'ÉPREUVE DE LA POUDRE ; PULVÉRIN.

Poudre.

Un simple mélange, en certaines proportions, de salpêtre, soufre et charbon, forme la poudre qu'une étincelle enflamme et fait détoner avec fracas, en détruisant les obstacles qui s'opposent à sa force d'expansion. Les phénomènes que présente l'explosion sont, d'abord un dégagement considérable de chaleur et de lumière, par suite un dégagement presque instantané de gaz qu'on peut recueillir pour en rechercher la nature ; enfin, un résidu dont l'analyse présente peu de difficultés.

Les chimistes s'accordent bien à dire que, de la juste proportion des matières constituantes, de la pureté de chacune d'elles, d'une trituration, d'une granulation et d'un séchage convenables, résultent infailliblement l'inflammation la plus complète de la poudre et le plus grand développement de gaz dans un instant donné; et on le comprendra facilement, si l'on considère que le nitrate de potasse ne détone que lorsqu'il est en contact avec de la matière inflammable, en sorte que la détonation totale aura d'autant plus promptement lieu, que les surfaces en contact seront en plus grand nombre et que les ingrédiens seront très purs, parce que non seulement toute matière étrangère empêche les contacts par son interposition, mais encore parce qu'elle diminue d'autant la quantité des ingrédiens devant produire leur effet: mais quel est le meilleur dosage, quels sont les modes de trituration et de séchage les plus propres à obtenir l'homogénéité du mélange? quelle forme, quelles dimensions doit avoir le grain, et quels sont enfin les gaz dont la production développe l'effet le plus énergique? voilà ce

que chacun entend et cherche à expliquer à sa manière.

Au milieu des contradictions sans nombre qu'ont fait naître à cet égard, entre gens d'un très grand mérite, l'esprit de système et le désir de résoudre une question très importante, et d'une difficulté reconnue, nous allons essayer de choisir la solution la plus complète, la plus claire et la mieux consacrée par l'accord de l'expérience avec les principes actuels de la chimie. Pour y parvenir, nous nous occuperons successivement du dosage, de la trituration, de la granulation et du séchage, afin d'exposer l'ensemble des opérations qui constituent la fabrication de la poudre, et de bien faire comprendre ensuite le phénomène de l'explosion, dont les recherches de sir H. Davy, sur la combustion, ont singulièrement d'ailleurs facilité l'explication.

Dosage.

La proportion des quantités de nitrate de potasse, de soufre et de charbon dont l'ensemble constitue la poudre, se nomme *dosage*.

Dans l'état actuel de l'artillerie, la bonté de

la poudre dépend non seulement de l'instantanéité de son inflammation et du plus grand développement de gaz dans un instant déterminé, mais encore de sa densité, et par suite de son *minimum* de friabilité et de susceptibilité à l'humectation, *minimum* indispensable pour une longue conservation. Il paraît d'ailleurs constant, par les expériences nombreuses faites avec le plus grand soin et à diverses époques, sur le dosage, qu'il faut renoncer à la plus grande force d'expansion de la poudre, afin d'obtenir sa plus longue conservation; la première de ces conditions résultant d'une addition de charbon aux dépens du soufre, tandis que la seconde, au contraire, résulte d'une addition de soufre aux dépens du charbon. Ce résultat de l'expérience est d'ailleurs conforme à la théorie; en effet, l'addition du charbon donnant lieu à la production du gaz oxide de carbone, ce gaz, dont le développement au moment de sa formation, est double de celui du gaz acide carbonique, doit ajouter à la force d'expansion de la poudre, tandis que d'un autre côté, une plus grande quantité de charbon attirant davantage l'humidité, de-

vient une cause plus active de la détérioration de la poudre. (1)

C'est d'après ces considérations que le dosage de la poudre de guerre en France avait été ainsi fixé :

Salpêtre.........	0,750
soufre..........	0,125
charbon.........	0,125

Nous remarquerons que ce dosage qui remplit la double condition nécessaire à la bonté de la poudre, dans l'usage actuel de l'artillerie, est celui dont on s'est servi le plus an-

(1) On a prétendu, d'après les expériences de Saussure, que la faculté absorbante du charbon diminuant par la pulvérisation, le charbou de bourdaine, qui possède par lui-même cette faculté à un faible degré, devait la perdre entièrement quand on le pulvérisait pour la fabrication de la poudre ; mais on n'a pas réfléchi que Saussure n'avait opéré que sur du charbon de buis, charbon très dur et très dense dans lequel la capillarité ajoute singulièrement à la force absorbante, en sorte qu'en y détruisant la capillarité par la pulvérisation, la faculté absorbante devait diminuer d'autant, tandis que dans le charbon de bourdaine, et en général dans les charbons légers et poreux où cette capillarité existe à peine, la pulvérisation qui accroît le volume doit au contraire, dans certains cas, ajouter à la faculté absorbante.

ciennement en France. L'expérience des siècles avait appris, dit le capitaine d'artillerie Brianchon dans son *Mémoire sur la poudre à tirer*, publié vers la fin de 1822, que la poudre ainsi composée, sans trop s'écarter du *maximum* d'action balistique, a le précieux avantage d'offrir le moins de prise aux causes ordinaires d'avarie, et conserve sa force mieux et plus long-temps que toute autre. M. Brianchon ajoute que ce dosage ne diffère pas sensiblement du dosage théorique ou fondamental qu'il établit ainsi : un atome de nitre, trois atomes de carbone et un atome de soufre ; et l'on trouve en effet les résultats suivans, en comparant les tables de M. Berzélius aux poids atomiques du docteur Thomson.

	M. Thomson.	M. Berzélius.
1 atome nitre......	75,00......	74,80
3 atomes carbone...	13,24......	13,34
1 atome soufre.....	11,76......	11,86
	100,00......	100,00

Voici d'ailleurs quelques autres dosages :

Poudre française,	de chasse,	de mine.
Salpêtre..........	78.......	65
soufre...........	10........	20
charbon.........	12.......	15
	100.......	100

Poudre anglaise,	de chasse,	de guerre.
Salpêtre..........	76	75
soufre	9	10
charbon..........	15	15

Poudre hollandaise,	de guerre.	Poudre suisse de Berne.
Salpêtre..........	70	76
soufre	14........	10
charbon..........	16........	14

On trouve dans l'ouvrage de *Il famosissimo Nicolo Tartaglia*, imprimé à Venise en 1546, un tableau assez curieux d'une vingtaine de dosages différens. On y regarde le salpêtre plusieurs fois raffiné comme le meilleur, et les bois de saule, d'aune et de coudrier comme ceux qui donnent le meilleur charbon. On y distingue soigneusement d'ailleurs trois espèces de poudre; l'une pour le canon, l'autre pour la bombarde, et la troisième pour l'arquebuse ou le mousquet.

Trituration.

La trituration devant opérer un mélange assez intime des trois matières qui composent la poudre, pour en former, sans altérer le

dosage, un tout parfaitement homogène, nous allons examiner les divers procédés employés jusqu'à ce jour pour remplir ce but essentiel.

Ces procédés peuvent se réduire à deux principaux, celui des moulins à pilons, et celui des tonneaux à gobilles, car le mélange opéré par fusion des trois matières, ne peut pas s'appeler une trituration; au reste, ce mode de fabrication de la poudre par fusion, le plus expéditif de tous, probablement le plus ancien, et qu'on dit encore pratiqué par les Tartares, a été essayé en France dans les premières années de la révolution, et abandonné presque aussitôt en raison des grands dangers qu'il présente.

Moulins à pilons. Chaque moulin a deux batteries de dix pilons chacune; ces pilons en bronze battent dans des mortiers en bois, et chaque mortier doit recevoir 10 kilogr. de matière. Le charbon, arrosé de 10 pour 100 d'eau, y est battu seul pendant une demi-heure, à raison de quarante coups par minute, puis on ajoute le salpêtre et le soufre pulvérisés séparément d'avance, et les trois matières réu-

nies sont alors soumises pendant treize heures et demie à l'action des pilons qui battent de cinquante-cinq à soixante coups par minute; on retourne fréquemment la poudre sous les pilons, et on l'arrose pendant cette manipulation de quinze pour cent d'eau; ainsi, dans cette trituration, les arrosages successifs sont de vingt-cinq pour cent, et la durée totale du battage est de quatorze heures. Cette trituration est celle prescrite en France pour la poudre de guerre; on voit qu'elle est susceptible de plusieurs modifications, tant pour la durée du battage, que pour les arrosages et pour la manière de présenter ensemble ou séparément les matières sous les pilons; quelques unes de ces modifications ont lieu effectivement en différens pays: plusieurs expériences portent à croire d'ailleurs que huit heures de battage suffisent pour une bonne trituration, et qu'en diminuant la quantité de matière qu'on fait battre dans chaque mortier, on obtient un mélange plus intime, et par suite un grain plus homogène et plus dense.

Tonneaux à gobilles. Dans ces tonneaux, ordinairement en cuir, et qui tournent sur eux-mêmes, les matières pulvérisées sépa-

rément sont soumises, pendant trois heures seulement, à l'action des gobilles de cuivre; la rotation est de trente-cinq à quarante tours par minute, et l'eau employée pour les arrosages est de trente pour cent. Ce procédé, connu en France sous le nom de *procédé révolutionnaire*, a été modifié d'un si grand nombre de manières, non seulement pour le mode de pulvérisation des matières, mais encore pour la disposition intérieure des tonneaux, la nature des gobilles, la durée du battage et la quantité d'eau nécessaire aux arrosages, qu'il est nécessaire d'entrer dans quelques détails à cet égard. Pour la pulvérisation des matières, on a employé et le ventilateur et les meules verticales de fonte, circulairement mobiles sur une auge horizontale. Au moyen du ventilateur, chacune des matières, préalablement pulvérisée, est réduite à une ténuité extrême; on les réunit ensuite, et on les arrose pour les pétrir pendant deux heures avec les pieds; cet arrosage, qui était d'abord de quarante pour cent, a varié, et on l'a réduit à douze pour cent; on obtient, au moyen du crible, après le pétrissage, des grains très fins et très humides qu'on appelle

noyaux, et qu'on enferme dans une roue verticale qui tourne pendant quatre heures sur un axe horizontal, et dans laquelle on projette les matières pulvérisées qu'on arrose successivement et par injection, de dix pour cent d'eau, ce qui achève la trituration. Le grain se forme en même temps par superposition, et s'arrondit en roulant sur lui-même.

Nous observerons que la ténuité extrême des matières n'est peut-être pas, comme on se l'imagine au premier abord, une circonstance très favorable à l'intimité du mélange. La force d'attraction des molécules homogènes entre elles devenant très considérable, en raison de leur extrême ténuité, peut s'opposer au mélange des molécules hétérogènes des trois matières; et cette observation, conforme à l'opinion de quelques chimistes distingués, acquiert une grande force, quand on remarque qu'une certaine quantité de salpêtre pulvérisée par le ventilateur, se prend, en moins de vingt-quatre heures, en une masse compacte qu'on est forcé de briser avec le marteau.

Dans le granulateur, les matières presque

sèches étant entraînées par un mouvement continuel de rotation, les plus denses sont celles que leur pesanteur entraîne d'abord contre les parois de la roue, et qui, roulant avec les noyaux, s'y attachent les premières ; en sorte que le grain se compose de couches concentriques superposées dont chacune est loin d'être formée d'un mélange homogène de soufre, salpêtre et charbon.

Il nous semble inutile d'entrer dans de plus grands détails sur la trituration, et de décrire ici les meules, les presses de toute espèce, le laminoir, et quelques accessoires employés comme modifications du procédé de trituration par les gobilles dans les tonneaux, pour donner plus de consistance et de densité à la matière triturée, ou pour en faciliter la granulation. Ces moyens plus ou moins ingénieux, à l'aide desquels on a essayé de compléter la trituration, prouvent suffisamment que l'on a toujours considéré la trituration par les gobilles comme moins parfaite que celle opérée par les pilons. Les dangers de la trituration par les pilons sont d'ailleurs les mêmes que ceux de la trituration par les gobilles.

Granulation.

La granulation ne doit altérer en aucune manière l'intimité de mélange produite par une bonne trituration : elle doit, au contraire, accroître la consistance et faciliter le séchage de la poudre : le grain, quelles que soient d'ailleurs ses dimensions et sa forme, doit être parfaitement homogène. Depuis l'invention de la poudre, le grain a varié de formes et de dimensions suivant l'usage auquel on le destinait et l'arme dans laquelle on devait l'employer ; et chacun des peuples de l'Europe a successivement connu et fabriqué de la poudre anguleuse et de la poudre ronde de diverses grosseurs. Il est donc intéressant d'examiner d'abord, indépendamment du procédé de granulation, et toutes choses égales d'ailleurs, quelle influence peut avoir sur la bonté de la poudre, dans l'état actuel de l'artillerie, la forme anguleuse ou sphérique de son grain.

La forme sphérique, toujours dans l'hypothèse d'une densité égale et d'une homogénéité parfaite entre la matière des grains ronds et celle des grains anguleux, est plus

avantageuse pour une longue conservation, car l'humidité a plus de prise sur les aspérités de la forme anguleuse, et les détruit dès-lors plus facilement; mais, d'un autre côté, ces mêmes aspérités servent merveilleusement à la vivacité de l'inflammation; en sorte que cet avantage de la forme anguleuse compense et au-delà celui d'une plus longue conservation due à la forme sphérique, surtout quand on sait que des poudres anguleuses ont été conservées pendant plus d'un siècle, dans les magasins de l'État, sans altération sensible.

La forme sphérique du grain s'oppose à son tassement; on ne peut obtenir de gargousses suffisamment dures, et l'on connaît, surtout pour les obusiers, les inconvéniens de gargousses molles, qui forment bourrelet, se déchirent en dehors de la chambre quand on refoule, et laissent tomber la poudre dans l'âme de la pièce, ce qui ralentit l'exécution de la bouche à feu, et rend le tir incertain en exposant d'ailleurs les canonniers aux plus graves accidens. Ce défaut de tassement occasionné par la forme sphérique du grain, et qui rend l'exécution de la bouche à feu plus lente et

plus périlleuse, en admettant même qu'il n'occasionne pas plus de poussier, augmente singulièrement le volume des cartouches et celui des gargousses; ce qui rend le chargement des caissons plus difficile et le transport des munitions bien autrement dispendieux. La forme anguleuse au contraire, facilite le tassement, les gargousses se font aussi dures qu'on le désire, les grains se pénètrent pour ainsi dire et forment une masse compacte peu susceptible de froissement, tandis que la poudre ronde éprouve un froissement continuel des grains les uns contre les autres; et, quelle que soit la dureté de ces grains, ils finissent par se réduire presque entièrement en poussier.

Ainsi, dans l'hypothèse d'une densité égale et d'une homogénéité parfaite entre la matière des grains ronds et celle des grains anguleux, la forme anguleuse semble préférable dans l'usage actuel de l'artillerie, et cette hypothèse peut s'appliquer à la poudre de Berne et à quelques poudres étrangères dont la trituration s'opère par les pilons, et la granulation au moyen de bobines, ce qui permet de leur donner une densité suffisante sans altérer ni le dosage ni l'intimité du mélange.

Mais si nous comparons actuellement la poudre ronde fabriquée par le procédé du ventilateur avec la poudre anguleuse ordinaire, nous remarquerons que le grain rond se formant par la rotation d'un noyau très humide dans un mélange presque sec des trois matières réduites à une ténuité extrême, se compose nécessairement de couches concentriques qui ne peuvent pas être homogènes entre elles, et dont la dernière est presque entièrement composée de charbon qui est la moins dense des trois matières. Le grain dès-lors porte en lui-même, par son noyau, une cause de sa prompte altération par l'humidité. En effet, si l'on parvient à sécher entièrement ce grain, il reste poreux, puisque l'humidité extrême du noyau a dû, pour se dissiper, se faire jour à travers les couches presque sèches du grain : si au contraire le grain n'est pas entièrement sec, son humidité se répand dans les couches concentriques et les détruit à la longue. Ainsi, dans l'un et l'autre cas, ce grain, par le vice du procédé qu'on emploie pour le produire, perd l'avantage de la sphéricité de la forme, et en accroît les inconvéniens par sa trituration imparfaite et son peu de densité.

La poudre anguleuse, grainée en pâte encore humide par les cribles, avec un tourteau, ne perd aucune des qualités que sa bonne trituration lui a procurées; elle est suffisamment dense et parfaitement homogène. On pourrait d'ailleurs, après le séchage, détruire par un léger lissage les angles saillans les plus minces, en en formant d'autres plus susceptibles de résistance, et lui ôter ainsi la friabilité qu'on lui reproche, sans cependant diminuer sensiblement la vivacité de son inflammation. Quant à la grosseur du grain, on ne saurait trop l'approprier à la forme et aux dimensions de l'arme dans laquelle on veut l'employer, en ayant d'ailleurs égard à l'immense avantage de renfermer le même poids de poudre sous le plus petit volume possible.

Séchage.

Le séchage des poudres peut s'opérer de deux manières, soit en plein air, à la chaleur du soleil, soit à l'aide du feu dans un bâtiment clos. Il existe, pour ce dernier mode, un grand nombre d'appareils que la nécessité de sécher la poudre en tout temps a fait inventer. Nous ferons observer à cet égard qu'un sé-

chage trop prompt rend la poudre poreuse et friable; et, sous ce rapport, les appareils à vapeur, qui font circuler entre les grains des courans d'air sec et chaud, semblent les plus avantageux et les moins sujets aux accidens; mais le séchage à l'air, quand les localités le permettent, nous semble bien préférable à tout autre. Une température modérée est celle qui opère le mieux la dessiccation du grain; il faut en conséquence avoir soin d'étendre la poudre dès que le soleil est sur l'horizon, et que la rosée et l'humidité sont entièrement dissipées, et il faut la retirer de même une heure environ avant le coucher du soleil. La poudre sèche ainsi insensiblement par degrés et sans mouvement trop brusque dans les parties intérieures du grain, d'où l'eau s'échappe; elle se trouve exposée à l'action de la chaleur du soleil, et cette chaleur qui croît doucement et décroît de même laisse le grain presque froid quand il est sec. Il est essentiel que la couche de la poudre à sécher n'excède pas deux à trois millimètres d'épaisseur, afin que l'humidité de la partie inférieure de cette couche puisse la pénétrer plus facilement et ne pas nuire à l'état du grain de la partie supé-

rieure. Il faut environ dix heures pour un bon séchage; l'on renouvelle d'heure en heure la surface de la poudre en promenant dessus des rabots, mais fort légèrement, pour ne pas écraser le grain, et, quand la poudre est à moitié sèche, on la retourne et on l'étend de nouveau avec les rabots. On a remarqué que le grain séché à l'air était moins sujet que le grain séché artificiellement, à se prendre en masse dans les barils où l'on conserve la poudre.

Explosion.

Les phénomènes que présente l'explosion de la poudre sont, 1°. un dégagement prodigieux de chaleur et de lumière; 2°. un développement presque instantané des gaz nitreux, azote, acide carbonique, oxide de carbone, hydrogène carboné, hydrogène sulfuré; 3°. un résidu de sulfure, de sulfite, et même parfois de sulfate de potasse. Les expériences nombreuses, faites avec le plus grand soin dans ces derniers temps, par plusieurs chimistes distingués, ne laissent aucun doute à cet égard, et s'il existe entre elles une légère variation, c'est seulement dans la proportion des différens gaz que l'explosion de la poudre déve-

loppe avec tant de force et de rapidité. La théorie de la combustion fondée sur les recherches de sir H. Davy, vient à l'appui du résultat commun de ces expériences; elle explique naturellement le phénomène de l'explosion de la poudre, qui ne pouvait se concilier avec l'hypothèse de Lavoisier sur la combustion. L'étincelle détermine la combustion; la chaleur et la lumière produites dépendent, ainsi que nous l'avons vu en traitant de la combustion, de l'intensité et de la violence du mouvement communiqué aux particules des corps par les réactions chimiques : ici l'énergie et la rapidité avec lesquelles l'action réciproque s'exerce, sont extrêmes; le nitrate de potasse est décomposé; l'oxigène de l'acide nitrique se combine avec le carbone, et forme les gaz acide carbonique et oxide de carbone; l'azote est mis en liberté; l'hydrogène sulfuré et l'hydrogène carboné sont dus à la présence de l'hydrogène contenu dans le charbon. La formation du gaz nitreux semble accidentelle, ainsi que le développement d'un peu de vapeur aqueuse, qui d'ailleurs est si peu considérable qu'il est permis de ne pas en tenir compte; quant au résidu, il provient de la

combinaison de la potasse avec le soufre, accidentée d'abord par la présence de l'air renfermé en petite quantité entre les grains de la poudre, et ensuite par la présence de l'air atmosphérique.

On a observé que les variations de l'atmosphère avaient une certaine influence sur l'explosion de la poudre, et que les temps les plus favorables aux phénomènes de l'électricité l'étaient également à la vivacité de l'inflammation de la poudre, et en général à l'énergie de son explosion.

Nous terminerons l'analyse des phénomènes de l'explosion par cette vérité consacrée de tout temps par l'expérience, que les effets de la poudre varient suivant la nature des armes dans lesquelles on l'emploie; en sorte que dans les armes à âme très courte, ils sont essentiellement différens de ceux produits par la même poudre dans les armes à âme très longue; et dans l'examen que nous allons faire des éprouvettes, nous aurons plus d'une fois occasion de recourir à cette remarque importante, pour expliquer de prétendues anomalies qui ne tiennent qu'au vice d'épreuve de la poudre dans une éprouvette d'une na-

ture entièrement différente de celle de l'arme dans laquelle on l'emploie réellement.

Éprouvettes.

Du moment où l'usage de la poudre est devenu général, il semble qu'on ait dû chercher les moyens de comparer différentes poudres entre elles, afin de reconnaître d'une manière certaine, et de choisir avec connaissance de cause, la poudre la meilleure à l'emploi auquel on la destinait. On ne trouve cependant, dans les premiers auteurs qui ont écrit sur la poudre, rien qui puisse faire supposer qu'on s'occupât alors de mesurer sa force expansive avant de l'employer, et pourtant on savait déjà qu'en variant les proportions de soufre, salpêtre et charbon, qui par leur mélange forment la poudre, on obtenait des variations sensibles dans les résultats de son explosion. Il est très probable que dans ces premiers temps les effets de la poudre, même la plus faible, surpassèrent tellement le but qu'on se proposait, et parurent si prodigieux, qu'on ne chercha point à les mesurer avec exactitude. La chimie d'ailleurs, à qui l'on peut à peine donner le nom de science à

cette époque, était si peu avancée qu'il n'est pas présumable que des recherches sur les phénomènes de l'explosion de la poudre et sur les moyens d'en mesurer les effets, eussent présenté quelque résultat avantageux. Les premiers écrits raisonnables que nous ayons sur la poudre n'ont paru qu'au commencement du dix-huitième siècle ; et leurs auteurs, MM. de Vallière, Belidor, de Morogues, etc., n'entrent point dans les détails chimiques de l'analyse de la poudre et des phénomènes de son explosion ; plus récemment Robins, et Antony qui semble souvent le copier, montrent la même ignorance des principes chimiques les plus simples, et de là les graves erreurs qu'on leur reproche, et que M. le comte de la Martillière a pris à tâche de relever dans ses Recherches sur les meilleurs effets à obtenir de l'artillerie : ce qui ne l'a pas empêché d'en commettre de nouvelles presque aussi fortes. Quoi qu'il en soit, il est constant que l'usage des éprouvettes ne date que du milieu du dix-septième siècle, et que Louis XIV, en France, fut le premier souverain qui ordonna que les poudres seraient éprouvées avant d'être employées au service des armées de

terre et de mer, et qui détermina leur mode d'épreuve.

Dans l'examen que nous allons entreprendre des éprouvettes en usage jusqu'à ce jour, nous nous attacherons moins aux détails de la construction de chacune d'elles, qu'au système sur lequel repose cette construction, et aux vices qui en résultent.

Éprouvette pistolet. Un pistolet dont on remplace le canon par un petit mortier fermé avec un obturateur qui tient à une roue dentée, dont les dents sont engrenées par la grande branche d'un ressort bandé et fixé sur le bois, compose cette éprouvette, que l'on modifie de plusieurs manières. La poudre dont on remplit la chambre, chasse, par son explosion, l'obturateur qui fait mouvoir la roue dentée gênée dans son mouvement par le ressort que doit soulever chacune des dents, et qui retient ensuite la roue dans la position nouvelle que vient de lui donner l'explosion ; on évalue la force de la poudre par le nombre de dents qui se trouvent en deçà du ressort.

Le vice le plus grand de cette machine, destinée à éprouver la poudre de chasse, c'est que sa chambre, extrêmement courte et d'une

capacité invariable et très faible, n'a pas le moindre rapport avec les canons ordinaires de fusil; en sorte que l'explosion, dans cette chambre qui a de 2 à 3 centimètres de longueur, sur 8 à 12 millimètres de diamètre à la bouche, n'y est nullement comparable à celle de la même poudre dans un fusil dont le canon a de 8 à 12 décimètres de longueur, sur 1 à 2 centimètres de diamètre à la bouche.

L'effet de l'explosion est mesuré par l'élasticité du ressort, seul obstacle au mouvement de la roue dentée à laquelle tient l'obturateur, qui pèse sur la bouche de la chambre et qui la ferme plus ou moins hermétiquement, suivant que l'ajustage est plus ou moins bien fait, et que l'éprouvette a plus ou moins servi; cette élasticité, qui varie suivant l'état de l'atmosphère, ne laisse pas que d'être sensiblement altérée par les gaz résultant de l'explosion.

La chambre, dont la capacité est invariable, contient une quantité de poudre d'autant plus considérable (en poids), que le grain en est plus dense et plus fin. Ainsi, n'opérant presque jamais sur les mêmes quantités en poids, les résultats de l'explosion,

dans cette machine, ne peuvent donner aucun terme exact de comparaison entre les poudres qu'on y essaie. Si, au lieu de remplir la chambre, on y versait un poids déterminé de poudre, il y aurait encore, toujours suivant le plus ou le moins de densité et de finesse du grain, un volume d'air plus ou moins considérable contenu dans la chambre, et dont l'influence sur les effets de l'explosion ne permettrait pas davantage de trouver un terme exact de comparaison entre les effets réels de l'explosion des poudres éprouvées; enfin, la même quantité en poids d'une même poudre peut se tasser d'une manière différente, chaque fois qu'on la verse dans la chambre de l'éprouvette, quelque soin que l'on apporte à l'y verser de la même manière. L'amorce, composée d'une quantité de poudre variable, et toujours assez considérable en comparaison de celle contenue dans la chambre, peut encore influer sur les effets de l'explosion. Enfin, le ressort tenu presque constamment au bandé, ne pouvant s'arrêter que dans les crans de la roue, on ne peut apprécier le mouvement de rotation qu'à la distance près d'un cran à l'autre.

Ces machines ne sont point comparables entre elles, à cause de la différence des frottemens, de la variation d'élasticité des ressorts et de celle des dimensions des dents de la roue, qui servent seules à les graduer. C'est à ces défauts bien réels qu'il faut attribuer et les prétendues anomalies si fréquentes dans les épreuves de la même poudre avec la même éprouvette, dans les mêmes circonstances, et les contradictions plus nombreuses encore entre les portées de différentes poudres dans la même éprouvette, et leurs portées réelles dans les armes à feu dans lesquelles on s'en sert ensuite.

Éprouvette-peson de Regnier. L'une des branches d'un ressort à peson ordinaire porte à son extrémité, d'un côté, un arc de division, et de l'autre, un petit mortier : à l'extrémité de la seconde branche est fixé un arc de cercle concentrique avec le premier, et qui se termine en obturateur fermant la chambre du mortier quand le ressort est au repos. Le mortier et l'obturateur sont disposés de manière que l'explosion comprime la branche qui porte l'obturateur et la rapproche de l'autre. Les degrés de compression de cette

branche sont indiqués sur l'arc de cercle au moyen d'un petit curseur en cuir que la branche comprimée entraîne avec elle. L'éprouvette se tient à la main par un cordon passé dans le coude du ressort, et l'on communique le feu à la poudre d'épreuve dont on a dû remplir la chambre, avec une amorce contenue dans un très petit bassinet qui fait corps avec le mortier.

On a sagement évité dans cette machine, les crans, le bandé continuel du ressort et la grandeur du bassinet que nous venons de reprocher à l'éprouvette-pistolet. On a même essayé de rendre ces nouvelles éprouvettes comparables entre elles en leur donnant des dimensions fixes dans toutes leurs parties, et surtout en graduant l'arc de division au moyen de poids suspendus successivement à l'œil de l'obturateur; mais la variation des ressorts a rendu promptement ces soins inutiles; et ce vice, joint à celui de la capacité invariable et très faible d'une chambre à âme extrêmement courte, ne permettront jamais d'avoir le moindre terme de comparaison entre les effets réels des poudres qu'on éprouvera dans ces machines.

Éprouvette à crémaillère. Un poids qui sert d'obturateur à une petite chambre dans laquelle on a mis la poudre d'épreuve, est chassé de bas en haut par l'explosion, et maintenu dans une ascension verticale par une tige métallique à double crémaillère, qui passe dans une traverse soutenue par deux poteaux montans. Deux ressorts fixés à cette traverse entrent dans les crans de chacune des crémaillères, et empêchent ainsi le poids de retomber. On estime la force de la poudre par le nombre de crans qui ont franchi les ressorts. La capacité fixe et très faible d'une chambre à âme très courte, les frottemens, les variations des ressorts, les ressauts des cranset la distance entre les dents, qui ne permettent d'apprécier le mouvement d'ascension du poids qu'à la distance près d'une dent à l'autre, rendent cette éprouvette, connue sous le nom d'*Éprouvette autrichienne,* peut-être plus imparfaite encore que les précédentes.

Diverses Éprouvettes à âme courte. Sans entrer dans la nomenclature de différentes éprouvettes qui se rapprochent plus ou moins des précédentes, et qui, fondées toutes sur

le même système de construction, ont toutes les mêmes défauts, nous citerons celle qui se compose de deux baguettes en fer assemblées dans leur milieu par un rivet en forme de tenailles. L'une des baguettes porte à son extrémité une petite chambre à âme courte, et l'autre un obturateur. L'explosion fait écarter les deux baguettes, et l'écartement est mesuré par des divisions tracées sur un arc de cercle.

Éprouvette-pendule du chevalier Darcy. Cette éprouvette se distingue des autres par un système de construction particulier et fort ingénieux : c'est un pendule de très forte dimension, dont l'extrémité inférieure porte un canon de fusil qu'on charge de la poudre d'épreuve. Les couteaux, semblables à ceux des leviers d'une balance, reposent sur des coussinets en acier, fixés aux traverses d'un assemblage en charpente, dont elles couronnent les montans. L'oscillation du pendule, indiquant le recul qu'a produit l'explosion, est marquée par un index qui glisse dans les rainures d'un arc de cercle gradué et encastré dans un madrier fixé aux montans de droite. Une aiguille qui tient au pendule

fait mouvoir cet index contre lequel elle fait ressort au moyen d'une spirale en fil de fer.

Cet instrument, qui n'a plus le défaut d'être à âme courte et d'une capacité constante, puisqu'on peut à volonté changer le canon d'épreuve, conserve encore les inconvéniens du frottement des couteaux et de l'index, et aussi ceux de la variation d'oscillation causée par l'état de l'atmosphère au moment de l'explosion, et demande de grandes précautions pour assurer l'horizontalité parfaite du canon à l'instant de l'épreuve. D'ailleurs, la force de la poudre n'y est mesurée que par les effets du recul de l'arme dans laquelle se fait l'explosion, et les reculs avec la même poudre varient non seulement suivant la longueur et le calibre de l'arme dans laquelle on l'emploie, mais encore suivant le degré d'inclinaison de l'arme pendant la durée de l'explosion; et de plus, en supposant même les reculs proportionnels entre eux, il n'est rien moins que prouvé qu'ils soient exactement proportionnels aux portées, et qu'ils puissent servir à mesurer ces dernières. Aussi cette éprouvette, très peu portative et d'une

construction difficile, présente-t-elle de fréquentes anomalies, et l'on ne doit pas compter sur l'exactitude des termes de comparaison qu'elle donne entre différentes poudres qu'on y a essayées.

On a cherché à remédier à ces inconvéniens, en faisant frapper la balle chassée par l'explosion sur un second pendule qui sert ainsi à mesurer directement la portée, en diminuant le frottement du curseur et en assurant, autant que possible, l'horizontalité du canon; mais on n'a pu réussir à faire disparaître entièrement ces défauts inhérens à la nature même de la machine.

Éprouvettes hydrostatiques. Nous venons de voir qu'on avait essayé, dans l'éprouvette-pendule, de mesurer la force d'expansion de la poudre par le recul de l'arme dans laquelle l'explosion avait lieu : les éprouvettes hydrostatiques connues jusqu'à ce jour, sont également fondées sur cette hypothèse que les reculs sont proportionnels aux portées, et l'expérience rend actuellement cette hypothèse inadmissible. Un plongeur qui porte la poudre à son extrémité supérieure mesure le recul par son immersion dans l'eau; la résistance

du liquide dépend encore ici de l'état de l'atmosphère, et ces éprouvettes, qu'on ne peut graduer qu'avec les plus grandes difficultés, ne sont nullement comparables entre elles, malgré le soin qu'on a de ne se servir que d'eau distillée ; d'ailleurs l'inflammation plus ou moins lente de la poudre diminue plus ou moins vite le lest du plongeur, ce qui peut influer sur les degrés de son immersion ; et la chambre que porte le plongeur étant à âme courte, ou bien la poudre étant placée en tas et à nu sur le plateau, les effets de son explosion dans l'un et l'autre de ces cas n'en sont pas davantage comparables à ceux de son explosion dans les armes à feu où l'on s'en sert habituellement.

Éprouvette-mortier. Ce mortier, destiné à l'épreuve des poudres de guerre, est fondu d'une seule pièce, avec la semelle sur laquelle il se trouve pointé à 45° quand la semelle est horizontale. Toutes ses dimensions et aussi celles du globe d'épreuve sont fixées avec le plus grand soin par un réglement spécial qui donne la description et les calibres des instrumens vérificateurs destinés à constater l'altération que l'éprouvette et son globe peuvent

avoir subie par un fréquent usage. Enfin on n'a négligé aucune des précautions qui semblaient devoir rendre ces éprouvettes comparables entre elles. Malheureusement on retrouve dans ces éprouvettes les inconvéniens d'une âme très courte et d'une chambre dont la capacité est constante, inconvéniens qui ne permettront jamais, ainsi que nous l'avons vu déjà, de pouvoir obtenir un terme exact de comparaison entre les effets réels de l'explosion des poudres éprouvées. Aussi a-t-on remarqué fréquemment que des poudres peu denses et très inflammables qui, à l'éprouvette-mortier, avaient donné de très fortes portées, n'en ont donné que de très faibles dans les armes à feu à âme longue, et même que les portées, avec la même éprouvette, avaient sensiblement diminué en très peu de temps. On a proposé, pour remédier à ces défauts, quelques moyens plus ou moins ingénieux; on a même construit, pour éviter les anomalies qu'on attribuait au vent du globe d'épreuve, une éprouvette dans laquelle ce globe ne faisait plus que poser sur la chambre, au moyen d'un rebord qui l'y maintenait, et que pour cette raison on appelait éprouvette-bil-

boquet ; mais on n'est jamais parvenu à faire disparaître ces inconvéniens, parce qu'ils tiennent à la nature même de cette éprouvette, qui, comme toutes les bouches à feu à âme courte, n'aura jamais rien de commun avec les bouches à feu à âme longue, en usage dans l'artillerie, puisque le *maximum* de portée dans les premières s'obtient avec une poudre peu dense et très inflammable qui donne un *minimum* de portée dans ces dernières.

Meilleur mode d'épreuve de la poudre.

Nous venons de voir que les machines destinées à éprouver la poudre sont loin de remplir ce but d'une manière satisfaisante, et que le vice radical de toutes tient à la nature même de leur construction, qui n'a pas la moindre analogie avec les armes où l'on fait usage de la poudre. Cependant toutes les nations de l'Europe ont jusqu'à présent éprouvé leurs poudres avec ces machines ; en France, en Espagne et en Angleterre, on se sert de l'éprouvette-mortier ; en Autriche de l'éprouvette à crémaillère ; en Russie, en Danemarck, en Prusse et en Hollande, de l'éprouvette-bilboquet verticale, et l'on juge à l'œil l'éléva-

tion du projectile qui glisse contre un poteau vertical. Aussi a-t-on partout une foule d'anomalies que l'on se garde bien d'attribuer au vice du système sur lequel repose la construction des machines; on cherche à leur donner au contraire des explications plus ou moins ingénieuses, mais toujours forcées, et dès-lors peu satisfaisantes; d'ailleurs il est juste de dire que partout on corrige, par des épreuves préliminaires sur le dosage et sur la dureté du grain, ce que ces épreuves, dans des machines essentiellement vicieuses, auraient de trop défectueux. Mais il semble que partout on ait voulu s'écarter à grands frais du mode d'épreuve le plus simple et le plus naturel, celui d'essayer la poudre dans l'arme même où l'on doit en faire un usage habituel.

La première opération qui se présente quand on veut essayer une poudre, est l'analyse de ses parties constituantes. On examine ensuite si le grain bien sec et bien dur est de la grosseur voulue pour l'arme à laquelle on le destine, puis enfin on s'assure de la densité réelle de la poudre; car, ainsi que nous l'avons déjà dit, la densité étant la marque la plus certaine d'une bonne trituration, le dosage et la

densité suffisent pour déterminer d'une manière précise la qualité de la poudre, sans avoir besoin de recourir à des épreuves de portées dans différentes bouches à feu, toujours très dispendieuses, et sur lesquelles la fabrication de ces bouches à feu, la manière de charger, l'état de l'atmosphère et mille autres causes accidentelles ont une influence plus ou moins sensible.

Les opérations nécessaires et suffisantes pour le meilleur mode d'épreuve de la poudre sont donc :

Analyse du dosage;
Examen du grain ;
Épreuve de densité.

Analyse du dosage. Parmi les analyses proposées et essayées à diverses époques, celle à laquelle on s'était le plus généralement arrêtée consiste à retirer de la poudre préalablement séchée et pulvérisée, d'abord le nitrate de potasse, au moyen de plusieurs lessivages à l'eau chaude ; ensuite le charbon de son mélange avec le soufre, au moyen de la potasse; on concluait ainsi le poids du soufre de ceux obtenus du nitrate de potasse et de charbon.

Très récemment on a publié, dans les *An-*

nales de Chimie, tome 16, page 434, un procédé d'analyse (extrait des archives du comité consultatif de la direction des poudres et salpètres) qui consiste à évaluer directement le soufre. On ajoute à cinq grammes de poudre séchée et pulvérisée avec un poids égal de sous-carbonate de potasse pure, cinq grammes de nitre et vingt grammes de chlorure de sodium. En exposant ce mélange intime dans une capsule de platine, sur des charbons ardens, la combustion du soufre s'opère tranquillement; quand la masse est refroidie, on la dissout dans l'eau, on sature la dissolution avec de l'acide nitrique ou hydro-chlorique, et on précipite l'acide sulfurique qu'elle contient par le chlorure de barium. On conclut la quantité d'acide sulfurique, et conséquemment celle du soufre, soit par le sulfate de baryte produit, soit par le poids de chlorure de barium employé.

Il est d'autant plus essentiel de s'assurer, par une analyse faite avec le plus grand soin, de la nature du dosage, qu'il est facile de donner une supériorité très apparente à de la poudre à tirer ordinaire, par une faible addition d'une des matières fulminantes que

nous avons décrites dans la première partie de cet ouvrage; au reste, le chlorate de potasse ne peut guère se mêler, sans un péril imminent, qu'à de faibles échantillons de poudre de chasse; et de tous les fulminates connus jusqu'à ce jour, le mercure de Howard est le seul qu'on puisse ajouter sans danger et en assez grande dose, en fabrication courante, aux poudres du commerce. C'est donc de cette addition de mercure de Howard que nous nous occuperons spécialement, et avec d'autant plus de raison qu'elle se masque facilement et qu'elle échappe d'elle-même aux analyses habituelles. En effet, le mercure de Howard n'est pas soluble dans l'eau bouillante, et il n'est décelé ni par le sous-carbonate de potasse, ni par une dissolution concentrée et bouillante de potasse caustique. Soit donc qu'on analyse la poudre qui le contient en la traitant par l'eau bouillante, pour opérer la dissolution du nitre et séparer plus tard le soufre du charbon par la potasse, ce qui permet d'évaluer le nitre et le charbon en négligeant le soufre; soit qu'on fasse l'analyse par la combustion du soufre, au moyen d'une addition de sous-carbonate de potasse

et de nitre, ce qui donne le soufre en négligeant le charbon et évaluant séparément le nitre, il est bien évident que dans ces deux cas le mercure de Howard reste impunément avec le charbon ; et si, dans le premier cas, il ajoute sans se déceler son poids à celui du charbon, dans le second il se trouve si complétement négligé qu'il est impossible même de le soupçonner.

Il est un moyen assez simple de forcer le mercure de Howard à se déceler quand il existe dans de la poudre de chasse, c'est d'enflammer successivement plusieurs tas de cette poudre sur une plaque de cuivre bien décapée, comparativement avec des tas semblables d'un mélange de soufre, salpêtre et charbon, dosé comme pour en faire de la poudre; ce mélange rougira, verdira, noircira la plaque, tandis que la poudre qui contiendra du mercure de Howard la parsemera en outre de taches blanchâtres qui la piqueront de points brillans d'un éclat métallique toujours très visibles à la loupe et souvent même à l'œil nu. Au reste, pour peu que cette épreuve éveille le moindre soupçon, on pourra s'assurer manifestement de la présence

du mercure de Howard par une analyse de 1 à 2 kilogrammes de la poudre où on le soupçonne, analyse dans laquelle on traitera directement le charbon pour en opérer la combustion et sublimer le mercure. Si, comme on en a l'habitude, on n'opérait que sur quelques grammes de poudre, le mercure de Howard, qui n'y entre guère que pour un, deux ou cinq millièmes au plus, échapperait facilement à l'analyse. En opérant sur d'aussi faibles quantités, j'ai vainement essayé de reproduire le mercure que j'avais sciemment incorporé à de la poudre ordinaire, à la dose de plusieurs millièmes; et l'on ne peut toujours, même au moyen d'un courant de chlore, le convertir en perchlorure ou en protochlorure de mercure. Ce n'est qu'en traitant avec une excessive précaution le charbon résultant de l'analyse de 1 ou de plusieurs kilogrammes de poudre, que l'on réussit, en le projetant par pincées dans une cornue tubulée, à obtenir, sans briser l'appareil, des fulminations partielles qui revivifient le mercure.

Épreuve de densité. L'épreuve de densité se fera d'une manière sûre au moyen de l'eau saturée de nitrate de potasse; prenant la den-

sité de la poudre dans cette eau, on en conclura sa densité dans l'eau distillée, puisque la densité de l'eau saturée est connue par rapport à celle de l'eau distillée. Un grand nombre d'expériences faites par ce moyen n'ont pas présenté la moindre anomalie, et il en résulte que la densité de la bonne poudre varie de 1,80 à 1,90, qu'elle va même jusqu'à 2,00 dans certaines poudres de choix lissées et lustrées; que lorsque la densité est au-dessous de 1,80, cette poudre, qui donne de brillantes portées à l'éprouvette-mortier, n'en donne que de très faibles dans les armes à âme longue. Voici d'ailleurs ce procédé d'épreuve de densité.

Un vase cylindrique de cristal, dont les bords à son orifice sont parfaitement dressés, reçoit un obturateur de cristal uniformément dépoli, bien dressé sur sa surface, et qui peut tenir le vase exactement fermé en le recouvrant. Le poids du vase et de son obturateur ayant été pris avec une balance très juste, on remplit le vase d'eau distillée très pure, et l'on pèse le vase entièrement plein de cette eau et recouvert de son obturateur. On déduit du poids total le poids déjà connu du vase et de

l'obturateur, et l'on en conclut le poids net (P) de l'eau distillée remplissant le vase. Après avoir retiré l'eau, on essuie avec le plus grand soin le vase et l'obturateur, et l'on remplit de nouveau le vase d'eau saturée de nitrate de potasse. On place l'obturateur; on pèse le tout, et déduisant le poids connu déjà du vase et de l'obturateur, on en conclut le poids net (P′) de l'eau saturée remplissant le vase. Le vase et l'obturateur étant bien essuyés de nouveau, on introduit dans le vase une quantité (Q) bien exactement pesée de la poudre dont on veut reconnaître la densité; puis on achève de remplir le vase avec de l'eau saturée. On pèse le tout; et déduisant du poids total, le poids de la poudre plus celui du vase et de l'obturateur, on en conclut le poids net de l'eau saturée qui remplit le vase après que la poudre y a été introduite. La différence entre ce poids et le poids (P′) de l'eau saturée remplissant à elle seule le vase, donne le poids (p') de l'eau saturée dont la poudre a pris la place; mais le poids net (P) de l'eau distillée qui remplit en entier le vase étant connu, une simple proportion $P' : P :: p' : p$ donne

le poids $p = \frac{P \times p'}{P'}$ de l'eau distillée, qui eût été déplacée par la poudre. Maintenant, ce poids p du volume d'eau distillée qu'eût déplacé la poudre, est au poids Q de cette poudre, comme la pesanteur spécifique 1,00 de l'eau distillée est à la pesanteur spécifique d de la poudre d'essai, $p : Q :: 1 : d$, et conséquemment $d = \frac{Q \times 1}{p}$.

Pulvérin.

On se sert, dans un grand nombre d'artifices, de poudre réduite en poussière impalpable, que l'on nomme *pulvérin;* sa trituration préalable et l'intimité de son mélange le font préférer avec raison à l'emploi direct des matières qui en composent le dosage. La meilleure manière de préparer ce pulvérin est de battre la poudre dans un sac de cuir bien cousu, avec une batte semblable à celles avec lesquelles on bat le plâtre; ces sacs, auxquels on donne la forme d'une poire, ne doivent pas contenir plus de 15 à 20 kilogrammes de poudre, et le cuir le meilleur pour les faire est une basane très forte, et cependant très

souple. Quand on juge que le battage a réduit la plus grande partie de la poudre en pulvérin, on ouvre le sac, et on passe le poussier qu'il contient au tamis de soie; ce qui reste sur le tamis est battu de nouveau, jusqu'à ce que toute la poudre soit ainsi réduite en pulvérin.

§. IV.

PRÉPARATIONS FULMINANTES; POUDRE CHLORATÉE; AMORCES ET POUDRE DE MERCURE DE HOWARD; EFFET DES POUDRES FULMINANTES.

Préparations fulminantes.

Nous avons décrit, dans la première partie de cet ouvrage, plusieurs mixtes fulminans d'une énergie plus ou moins grande, et nous avons dit que le mercure de Howard était le seul que l'on pût, sans crainte d'une explosion spontanée, mêler avec les combustibles pour obtenir diverses compositions fulminantes, graduées en quelque sorte, et ne détonant que par une percussion déterminée. De toutes ces compositions, la plus importante est celle qui sert à la confection des amorces pour les armes à chien percutant, et

c'est celle dont nous indiquerons avec le plus de confiance l'usage dans divers artifices, et notamment dans les fusées à la Congrève, où elle remplace avantageusement le chlorate de potasse que les Anglais y ont d'abord employé. Nous donnerons cependant aussi quelques combinaisons fulminantes de chlorate de potasse, qui ont été essayées, et auxquelles on a renoncé depuis la découverte du mercure de Howard.

Poudre chloratée.

Lorsque Berthollet eut découvert le chlorate de potasse, et sa propriété de fulminer avec les combustibles, on essaya à la poudrerie d'Essone, en 1788, de l'incorporer à de la poudre ordinaire, pour en augmenter la portée, ce qui réussit complétement d'abord : mais l'explosion épouvantable qui survint, et qui coûta la vie à plusieurs personnes, força de renoncer à ces essais, et dégoûta de ceux qu'on aurait pu tenter plus tard avec l'argent fulminant. Cependant on se servit, dans les premières platines à chien percutant qui parurent en France, d'amorces de poudre chloratée, dont voici quelques dosages :

Chlorate de potasse.....	0,450
nitrate de potasse.......	0,250
soufre................	0,150
bois de bourdaine râpé, passé au tamis de soie..	0,075
lycopode..............	0,075
Poudre chloratée........	1,000

Chlorate de potasse.....	0,50
fleurs de soufre.........	0,30
charbon de bourdaine....	0,20
Poudre chloratée........	1,00

Chlorate de potasse......	0,550
fleurs de soufre.........	0,259
charbon de bourdaine....	0,191
Poudre chloratée........	1,000

Chlorate de potasse......	0,45
soufre................	0,30
charbon...............	0,25
Poudre chloratée........	1,00

Chlorate de potasse......	0,105
nitrate de potasse.......	0,645
soufre................	0,125
charbon...............	0,125
Poudre chloratée........	1,000

On broie à la molette, sur du marbre, le chlorate de potasse qu'on réduit ainsi en poussière impalpable, sans autre inconvénient qu'une décrépitation désagréable qui a lieu chaque fois que la molette le triture trop fortement. On réduit séparément en poussière impalpable les autres matières qu'on mêle bien en les arrosant de 20 pour 100 d'eau, et l'on incorpore doucement, sur une planche de noyer polie et avec une spatule, d'abord un tiers de chlorate de potasse à la totalité des autres matières, puis le deuxième tiers, et l'on achève le mélange complet sans trituration. La poudre chloratée attaque et corrode très rapidement, en les oxidant, le fer et l'acier, et, quoiqu'elle n'ait pas sur le cuivre une action immédiate de ce genre, elle y dépose une crasse abondante qu'on a peine à enlever.

Amorces et poudre de mercure de Howard.

Nous nous occuperons d'abord du mélange fulminant qui sert à la confection des amorces d'armes à chien percutant; le dosage qui nous paraît le plus convenable pour ces amorces est :

Mercure de Howard.........	0,65
pulvérin..................	0,35
Nº 1. Préparation fulminante.....	1,00

En faisant varier les doses de pulvérin et de mercure de Howard, on obtient des mélanges qui ne fulminent que par une percussion plus ou moins violente; le mélange, à parties égales, ne détone guère plus facilement que la poudre de chasse ordinaire; au reste nous reviendrons bientôt sur l'inflammation des mélanges combustibles par percussion, en nous occupant des effets particuliers de la fulmination. Il existe d'ailleurs pour les amorces un assez grand nombre d'autres dosages parmi lesquels nous citerons les suivans :

Mercure de Howard.........	0,750
soufre.........	0,125
charbon.........	0,125
Nº 2. Préparation fulminante.......	1,000

Mercure de Howard.........	0,70
amidon........	0,15
soufre.........	0,15
Nº 3. Préparation fulminante.......	1,00

Mercure de Howard.........	0,60
charbon.......	0,30
soufre.........	0,10
Nº 4. Préparation fulminante.......	1,00

On humecte le mercure de Howard de 10 pour 100 d'eau, et on l'incorpore à trois reprises différentes avec les autres matières réduites séparément en poudre impalpable, triturées ensemble et humectées de 20 pour 100 d'eau, en le broyant à chaque reprise avec la molette sur une table de marbre; il n'y a aucun danger à le triturer ainsi, en appuyant fortement la molette sur le marbre, jusqu'à ce que le mélange soit complet et la pâte bien homogène; car il faudrait un coup très violent, frappé bien d'aplomb, pour qu'une explosion pût avoir lieu; et à l'air libre elle ne serait guère plus énergique que celle d'une même quantité de poudre à canon. En général, la portion frappée est dans ce cas la seule qui s'enflamme en fusant ou en détonant, mais sans déterminer la combustion du reste du mélange.

Le mélange ainsi fait fournit une pâte assez ferme pour être grainée et façonnée en amorces; le moyen le plus simple de la grainer, est de la faire passer, lorsqu'elle est encore très humide dans un crible très fin, en l'y pressant avec la molette, et de l'agiter ensuite doucement dans un bocal de verre auquel on im-

prime avec les deux mains une espèce de mouvement irrégulier de rotation. La poudre que l'on obtient ainsi est en grains assez fins, on la laisse sécher sur du papier et on l'emploie dans cet état si les amorces doivent être contenues dans des *capsules ;* mais si elles doivent être façonnées en *boulettes*, on continue à tourner le bocal, et à ajouter du mélange passé au crible, jusqu'à ce que la poudre se forme en grains ronds de la grosseur que l'on désire. A mesure que ces grains se forment, il faut avoir soin de les séparer avec un crible qui ne laisse passer que les grains au-dessous de la grosseur voulue; car, sans cette précaution, il se formerait dans le bocal de très gros grains seulement et du poussier.

Les capsules sont de petits tubes de cuivre très mince, en forme de dé à coudre; leur ouverture a un à deux millimètres de diamètre, et le tube va en se rétrécissant jusqu'à l'extrémité qui est fermée de manière à coiffer exactement la cheminée légèrement conique qui sert de bassinet à certaines platines à chien percutant. Pour former ces tubes, on commence, après avoir préparé le cuivre au laminoir, par le découper en rondelles au moyen d'un em-

porte-pièce ; on frappe ensuite ces rondelles avec de petits balanciers pour leur donner la forme de dé, et, quand on les a chargés avec un amorçoir de la quantité de poudre fulminante qu'elles doivent contenir ; on frappe de nouveau cette poudre au balancier, afin qu'elle adhère complétement au tube.

Les boulettes sont des grains ronds de poudre fulminante, qu'on recouvre à la main de vernis ou de cire et qu'on loge dans le mortier qui sert de bassinet à quelques platines à chien percutant.

Les capsules dont les éclats, pendant l'explosion, peuvent blesser le tireur et ses voisins, en gênant parfois le mécanisme de la platine, n'offrent que faiblement d'ailleurs, comme toutes les amorces qui ne sont pas cirées ou vernissées, le précieux avantage de prévenir toute espèce de ratés et de longs feux en bravant constamment l'humidité et mettant la charge tout-à-fait à l'abri du contact de l'air extérieur.

Les amorces vernissées n'adhèrent pas toujours assez au bassinet pour qu'on ait l'entière certitude qu'elles ne tomberont ou ne se déplaceront dans aucun cas.

Les amorces cirées sont bien réellement celles qui conviennent le mieux aux armes à chien percutant, car elles ne craignent pas du tout l'humidité, ne s'altèrent pas, crassent très peu, ne se déplacent jamais, et la cire qui les couvre brûle en entier pendant l'explosion. Mais il est essentiel, pour obtenir complétement ce dernier avantage, de ne les recouvrir à froid que d'une couche assez mince de cire bien pure, et de les rouler légèrement, quand elles en sont recouvertes, dans de la poussière impalpable de lycopode. Les amorces cirées de mercure de Howard ne fulminent pas quand on les écrase avec force sous le pied, contre le bois, ou la pierre, ou une surface métallique; elles fusent avec une flamme vive, sans détoner, quand on les met en contact avec un corps en ignition : elles n'exigent donc, pour leur transport et pour leur emploi, que les simples précautions qu'on a l'habitude de prendre dans les mêmes cas pour la poudre à tirer ordinaire.

Effets des poudres fulminantes.

Nous avons dit qu'en ajoutant une faible portion de matières fulminantes à de la poudre à tirer ordinaire, cette poudre acquérait une

telle vivacité d'inflammation et une si grande énergie que son explosion faisait sauter brusquement l'éprouvette à ressort bien au-delà des degrés qu'elle marquait avant cette addition. En essayant dans une éprouvette-peson de Regnier un mélange à parties égales, trituré à la molette et grainé ensuite, de poudre de chasse et de mercure de Howard, le curseur dépassa au premier coup tous les degrés marqués sur l'éprouvette et, au second coup, la chambre de cette éprouvette fut brisée en éclats : ce même mélange, essayé dans un fusil de guerre, ne donna cependant pas une augmentation de portée aussi sensible qu'on aurait pu le croire d'après la rapidité foudroyante avec laquelle le coup partait. Plusieurs autres essais du même genre me démontrèrent clairement que, dans les armes à âme longue, les portées n'étaient pas considérablement augmentées par l'addition d'un mixte fulminant à la poudre ordinaire, tandis que dans les armes à âme courte l'augmentation de portée devenait prodigieuse; mais dans toutes les armes il était à remarquer que le coup partant plus vivement et avec un bruit plus aigu ne laissait que très peu de crasse. Lorsque je tirai plusieurs

centaines de coups avec un fusil de munition à chien percutant, au moyen d'amorces cirées de mercure de Howard et à la charge de guerre de poudre ordinaire, il y eut si peu de crasse dans l'intérieur du canon, que le fusil n'eut aucun besoin d'être lavé pendant la durée des expériences, tandis qu'un autre fusil de munition avec platine à silex, tiré avec la même charge, s'encrassait tellement qu'il fallut laver tous les cinquante coups, afin de pouvoir le charger facilement et de continuer les épreuves comparatives.

On voit par ces faits que la rapidité foudroyante de l'explosion des poudres fulminantes, si elle n'ajoute pas beaucoup à la portée de toutes les armes où on mêle un mixte fulminant à la charge ordinaire, procure du moins ce très grand avantage de diminuer l'encrassement, et que, dans le fusil, l'amorce d'une platine à chien percutant produit un effet si marqué sur l'encrassement, qu'elle suffit pour permettre de tirer deux à trois cents coups sans avoir besoin de laver l'arme.

Dans quelques artifices, lorsqu'on voudra obtenir une ascension brusque, ou détermi-

ner une vive détonation accompagnée de zigzags lumineux semblables à ceux de la foudre, on pourra substituer à la poudre et au pulvérin qu'on emploie dans ces compositions la poudre fulminante ainsi dosée :

Mercure de Howard	0,15
nitrate de potasse............	0,60
soufre..........................	0,10
charbon........................	0,15
Nº 5. Préparation fulminante........	1,00

En incorporant le mercure de Howard à la totalité du salpêtre, on pourra soumettre ensuite ce mélange à la percussion même des pilons d'un moulin à poudre, sans avoir à craindre d'autres accidens que ceux de la fabrication ordinaire de la poudre.

Les préparations fulminantes ne communiquent pas le feu aux artifices, de la même manière que la poudre et le pulvérin ; je crois utile de consigner ici quelques faits qui viennent à l'appui de cette observation importante, et qui me semblent de nature à éclairer les artificiers sur les effets des poudres fulminantes.

J'avais cru que les amorces cirées de mer-

cure de Howard pouvaient être placées convenablement dans un porte-lance à ressort, et suppléer ainsi merveilleusement, pour mettre le feu aux canons, à la mèche et aux lances d'artifices. J'avais même réussi, avec un porte-lance à ressort presque aussi simple et aussi solide que celui actuel à douille et à virole, à déterminer par la pression du doigt sur une détente la fulmination constante d'une amorce et à diriger la flamme qui en jaillissait à plus d'un pouce de distance. Mais je fus désagréablement surpris de voir que ce beau jet de flamme n'enflammait l'étoupille que rarement, et que le plus souvent il en éparpillait les brins, comme l'aurait pu faire le courant d'air le plus violent d'une bonne machine soufflante, et qu'il réduisait la pâte en un nuage de pulvérin qui ne s'enflammait pas.

J'attribuai d'abord cet effet singulier à la trop grande énergie de l'amorce, et, sans me décourager, je me mis à fabriquer de nouvelles amorces dont je mitigeai et variai les dosages et les formes d'un grand nombre de manières. Je parvins ainsi à enflammer plus souvent l'étoupille : sur vingt coups,

elle brûlait quinze à dix-huit coups, et toujours alors ses brins étaient, avant de s'enflammer, frappés et écrasés contre les mâchoires de l'étau où je la fixais. Je vis qu'il ne fallait plus songer à un moyen d'une réussite si aventureuse, pour l'employer à la guerre, sans compliquer le nouveau portelance d'une amorce en partie fulminante, en partie inflammable. Je voulus cependant me convaincre que l'obstacle qui m'arrêtait ainsi, après un assez long travail, était bien réellement insurmontable, et tenait, comme je l'avais soupçonné pendant la durée de ces expériences, à la nature même de l'explosion de la poudre fulminante; car d'emmancher une platine ou toute autre machine, tant simple fût-elle, à la culasse d'un canon, pour gêner la manœuvre et être souvent brisée, quand la pièce verserait, par le choc d'un levier, par celui d'un boulet ennemi, par mille autres accidens, je ne me dissimulais aucun des nombreux inconvéniens de semblables moyens vraiment impraticables à la guerre.

J'essayai donc de comprimer de la poudre, du soufre, du pulvérin, ou quelques autres

matières inflammables, dans un canon de fusil, et l'application immédiate d'une amorce cirée de mercure de Howard sur la lumière en détermina constamment l'explosion ou la combustion; mais, quand je voulus produire à quelque distance, à l'air libre, l'inflammation de pulvérin mis en tas, ou de brins flottans d'étoupille, j'éprouvai ce qui m'était arrivé précédemment avec le porte-lance : j'éparpillais le pulvérin, et ne pouvais en obtenir constamment l'inflammation.

Je répétai ces nouveaux essais avec toute espèce de poudre fulminante, sous toutes les formes possibles d'amorces, et toujours avec les mêmes résultats. Je fus enfin forcé d'en conclure qu'ils tenaient bien positivement à la nature même des poudres fulminantes, et que l'explosion de ces poudres, *si instantanément énergique en tous sens*, communique le feu à d'autres combustibles, plus peut-être par la percussion très violente qu'elle leur fait subir que par la flamme qu'elle fait briller. Cette conclusion, loin d'avoir été une seule fois démentie dans le cours des nombreuses expériences qu'a nécessitées pour moi

l'essai (1) que j'ai publié sur les poudres fulminantes, s'est trouvée si pleinement confirmée, que je la regarde à présent comme la seule explication naturelle des phénomènes que présente l'explosion de la poudre fulminante, qui ne détone presque jamais en totalité, quand elle n'est pas resserrée entre deux surfaces métalliques.

§. V.

MÈCHE OU CORDE A FEU; ÉTOUPILLES; PATE ET FUSÉES D'AMORCE.

Mèche ou *corde à feu.*

La mèche ou corde à feu est un cordage de chanvre ou de lin qui, par un certain apprêt, acquiert la propriété de conserver le feu en le propageant d'un de ses bouts à l'autre.

Pour être bonne, la mèche doit s'allumer

---

(1) Essai sur les Poudres fulminantes, sur leur emploi dans les fusils de chasse et dans les armes portatives de guerre; par A. D. Vergnaud, capitaine au 2e régiment d'artillerie à cheval : chez Anselin et Pochard, successeurs de Magimel, libraires pour l'art militaire, rue Dauphine, no 9, à Paris, 1824.

facilement, se consumer lentement et sans discontinuation, en formant un charbon assez dur pour percer une feuille de papier : on se sert de mèche pour mettre directement le feu aux canons, ou simplement pour allumer les lances à feu.

Le cordage, dont la grosseur varie d'un à deux centimètres, est ordinairement filé en trois brins peu tordus ; on le convertit en mèche au moyen d'une lessive dont voici la composition :

Cendres de chêne, d'orme ou de hêtre..	3
chaux vive..	1
suc de fiente de cheval ou de mouton...	2
salpêtre..	1

On mêle bien toutes ces matières ensemble dans une cuve, et on les y remue pour les délayer avec de l'eau qu'on y laisse séjourner. On verse ensuite cette lessive dans une chaudière où l'on dispose le cordage de manière à ce qu'il y trempe en entier, et l'on fait bouillir le tout pendant vingt-quatre heures, en ayant soin d'ajouter de nouvelle eau de lessive à mesure qu'elle s'évapore. On retire le cordage, on l'essuie et on le laisse sécher à l'ombre; il est alors converti en

mèche, et si l'opération a bien réussi, 5 centimètres de cette mèche doivent brûler pendant une heure, en offrant toujours un charbon dur, ardent et qui se termine en pointe.

On prépare encore de la mèche en faisant tremper le cordage dans une dissolution d'acétate de plomb, à raison de six kilogrammes de ce sel pour cent litres d'eau. Quand cette préparation se fait à chaud, il suffit d'un quart d'heure pour que le cordage soit suffisamment imprégné de la dissolution ; quand on opère à froid, il faut faire tremper le cordage pendant douze à quinze heures ; on le laisse ensuite sécher à l'ombre.

On peut, à défaut de cordage, se servir de différentes matières pour faire de la mèche. Les Anglais, pendant le dernier siége de Gibraltar, se servirent de papier. On trempait des feuilles de fort papier dans une dissolution bouillante de salpêtre, à raison d'un kilogramme de salpêtre pour quinze litres d'eau; on séchait ensuite les feuilles de papier, et quand elles étaient bien sèches, on les roulait une à une, et on les collait sur les bords pour les maintenir roulées. Une

une demi-feuille, ainsi préparée, brûlait pendant une heure.

Étoupilles, pâte et fusées d'amorce.

L'étoupille sert à amorcer tous les artifices, et à communiquer promptement le feu d'un endroit à un autre. C'est une mèche de coton, enduite d'une pâte d'amorce faite avec du pulvérin, du vinaigre ou de l'alcool, et un peu de gomme arabique. La vivacité de l'étoupille varie suivant la composition de la pâte dans laquelle on laisse tremper le coton pendant deux à trois heures, et qui ne doit être, à cet effet, ni trop claire ni trop épaisse. Quand la mèche est bien imbibée, on la retire, on la presse légèrement entre les doigts pour faire écouler la pâte d'amorce surabondante, et on laisse sécher à l'ombre.

Voici quelques compositions d'étoupilles parmi lesquelles nous n'avons pas cru devoir omettre celle où il entre du vinaigre, quoique l'alcool soit bien préférable.

Composition très ancienne.

Vinaigre.	2 litr.
Pulvérin.	2^k,50
Salpêtre en poudre impalpable. . .	0^k,20

On laisse macérer le coton pendant deux ou trois jours dans cette composition, et on saupoudre ensuite l'étoupille de pulvérin avant de la faire sécher.

Composition moderne.

Alcool.	2 litr.
Pulvérin.	2^k.

Composition vive.

Pulvérin.	4
Salpêtre.	1

On humecte ces compositions avec de l'alcool camphré, tenant en dissolution 3 à 4 décagrammes de gomme arabique ou de colle-forte, et autant de camphre par litre.

On appelle encore *étoupille* une petite fusée d'amorce en roseau, qui se loge dans la lumière des bouches à feu, et qui sert, en France, à enflammer la charge. Chez quelques autres puissances, on remplace les roseaux par des

tubes métalliques ; mais ces tubes ont l'inconvénient d'engorger parfois la lumière, et leurs éclats peuvent même blesser les yeux des canonniers. Voici, au reste, quelques unes de ces compositions dont on charge les tuyaux d'amorce.

Autriche.

Antimoine pilé et tamisé......	3
Pulvérin....................	11
Salpêtre en poudre impalpable.	7
Soufre pilé et tamisé.........	2

Angleterre.

Pulvérin....................	13
Salpêtre....................	14
Soufre......................	5

Prusse.

Alcool......................	2
Poudre fine de chasse........	22
Pulvérin....................	10

On rend d'ailleurs ces compositions plus lentes par une faible addition de cire, de résine et de noir de fumée.

Les roseaux des fusées d'amorce doivent être coupés en décembre ou janvier, dans les

fonds à l'abri des vents, afin d'avoir plus de corps. Le diamètre des roseaux, proportionné au calibre des lumières des bouches à feu, est de 4 à 5 millimètres, et on les coupe en morceaux de 8 centimètres de long, taillés en sifflet d'un côté, droits de l'autre. La meilleure méthode pour charger les fusées d'amorce en roseau consiste à faire passer d'un bout à l'autre, avec un très petit crochet de fil de fer bien mince, une étoupille proprement dite de 2 décimètres de longueur; on la plie en deux, on passe le crochet dans la ganse; on tire cette ganse jusqu'à ce que les deux bouts de l'étoupille affleurent l'entaille en sifflet; on les assujettit, ainsi que la ganse, aux extrémités du roseau, avec une composition un peu épaisse de pâte d'amorce, et on laisse sécher à l'ombre.

§. VI.

LANCES A FEU; FUSÉES ET CHARGEMENS DE PROJECTILES CREUX; ROCHE A FEU.

Lances à feu.

Les lances à feu sont des cartouches ou fourreaux de papier roulés et collés, remplis d'une

composition combustible qui a la propriété de ne pas s'éteindre, malgré la pluie, à moins qu'on n'en coupe la partie qui brûle; elles dardent abondamment un feu ardent, vif et pénétrant, qui détermine la prompte inflammation du corps qu'elles touchent. Outre ces lances, qui servent à mettre le feu aux artifices, et que pour cette raison on nomme *lances de service*, on fait des lances d'illumination de couleur, dont nous parlerons en indiquant les compositions des feux diversement colorés. Voici les compositions les plus habituelles des lances à feu de service.

Autriche.

Antimoine pilé et tamisé	5
Pulvérin....................	7
Salpêtre en poudre impalpable.	29
Soufre pilé et tamisé..........	5
Huile de térébenthine.........	1

Angleterre.

Amidon..................	2
Alun pilé.................	7
Pulvérin..................	39
Résine....................	27

Salpêtre	21
Soufre pilé	15
Huile de lin	3

France.

Pulvérin	2	4	1	5	6	»	2
Salpêtre	4	8	4	6	16	16	10
Soufre	1	3	2	3	7	8	5
Charbon	»	»	»	»	»	3	»

On humecte ces compositions plus ou moins vives, et qui durent plus ou moins longtemps, avec un peu d'huile de lin ou de térébenthine, et on les ralentit d'ailleurs à volonté par une faible addition de résine et d'antimoine.

Prusse.

Pulvérin	30
Salpêtre	80
Soufre	30
Huile d'olive	0,3

Fusées et chargemens de projectiles creux.

Ces fusées, dont le corps doit être de bon bois, très sec, bien sain et sans nœuds, servent à communiquer le feu en un temps dé-

terminé aux matières incendiaires contenues dans les projectiles creux et à la poudre qui les fait éclater. Le tilleul, le frêne, le hêtre et l'orme sont les bois qui conviennent le mieux pour le corps de la fusée que l'on tourne légèrement conique, et qui, pour les gros calibres, est percé dans toute sa longueur d'un canal où se charge la composition, et que l'on appelle la *lumière de la fusée.* Pour les petits calibres, cette lumière ne se pratique pas dans toute la longueur du corps; on laisse au petit bout quelques lignes de bois plein, que l'on ne coupe en sifflet que lorsque la fusée est chargée, afin de prévenir les fissures pendant le chargement; mais il faut marquer extérieurement par une rainure la hauteur du bois plein pour atteindre sûrement la lumière en le coupant en sifflet. L'entaille en sifflet est nécessaire pour que le feu de la fusée puisse se communiquer toujours au chargement du projectile.

Ces fusées s'enfoncent au maillet dans l'œil du projectile, dont elles arasent presque la surface; et l'on est obligé, pour venir à bout de les retirer, d'avoir recours à une machine connue sous le nom de *tire-fusée*, ainsi que

nous le verrons en traitant de l'outillage de l'artificier.

Le calibre, la longueur et la composition des fusées dépendent naturellement du calibre du projectile, et de l'intervalle que l'on veut laisser entre le moment du départ du projectile et celui où il éclate.

Autriche.

Compositions pour fusées.	gros calib.	petits calib.
Pulvérin	4	3
Salpêtre en poudre impalpable.	2	2
Soufre pilé et tamisé	1	1

Angleterre.

Pulvérin	9
Salpêtre	6
Soufre	5

France.

	gros calibres,		petits calibres.		
Pulvérin.	5	5	4	10	1
Salpêtre.	3	3	3	6	4
Soufre	2	1	2	3	2

Prusse.

Pulvérin	2
Salpêtre	2
Soufre	1

Le diamètre des fusées varie de 3 à 9 millimètres, et on leur donne de 1 à 2 et jusqu'à 3 décimètres de longueur, suivant que le projectile doit parcourir, avant d'éclater, un espace de 200 à 2000 mètres. Une fusée de 1 décimètre de longueur dure ordinairement quinze à dix-huit secondes : on peut augmenter sa durée sans rien changer à sa longueur, en ralentissant la composition par une faible addition de soufre et de résine; on peut de même diminuer sa durée en augmentant la vivacité de la composition par une addition de pulvérin, aux dépens du soufre.

Il est probable que l'on parviendra, par un emploi convenable de la poudre fulminante de mercure de Howard, à faire éclater les projectiles creux, et à déterminer directement, au moment où ils frappent le but, l'inflammation des matières incendiaires qu'ils renferment habituellement, sans avoir recours à une fusée qui, par la trace de lumière qu'elle laisse après elle pendant la nuit, trahit le passage et la direction du projectile, et dont la durée toujours variable suivant les circonstances du tir, et dès-lors irrégulière et incertaine, malgré les soins et les calculs de l'artificier, n'est

pas un des moindres inconvéniens. Les Américains et les Anglais, qui ont fait de nombreux essais en ce genre, prétendent avoir trouvé plusieurs moyens simples et faciles pour remplir ce but, sans qu'il en résulte le moindre danger pour les chocs accidentels que les projectiles éprouvent dans leurs transports. Jusqu'à présent ces moyens, dont on fait grand mystère, ne sont que très imparfaitement connus, et il n'existe aucune série d'expériences directes et positives qui en constate l'authenticité; mais nous vivons dans un siècle où ces prétendus secrets ne peuvent plus être gardés, et celui-ci sera bientôt dévoilé, dès qu'on se décidera à encourager en France des essais de ce genre, qui nous semblent très importans dans l'usage actuel de l'artillerie.

Le chargement d'un projectile creux se compose en général, indépendamment des matières incendiaires qu'il renferme, d'une certaine quantité de poudre destinée à le faire éclater. Cette charge de poudre, qui est de quelques hectogrammes pour les projectiles de faible dimension, et qui va jusqu'à deux et trois kilogrammes pour les bombes de gros calibre, nous semble devoir être remplacée

avec le plus grand avantage par une charge beaucoup moins volumineuse de la préparation fulminante n° 1. On obtiendra ainsi, avec une plus faible charge, une explosion infiniment plus instantanée; et un plus grand nombre d'éclats lancés à de plus grandes distances; si l'on veut faire brèche à des remparts et produire un effet véritablement foudroyant, on augmentera la charge fulminante jusqu'à concurrence du poids de la charge de poudre ordinaire; si cela ne suffit pas, à raison de la capacité du projectile et de l'épaisseur de ses parois, on emploiera la préparation fulminante n° 2, ou bien l'on en dosera facilement une autre d'une assez grande énergie pour produire l'effet voulu.

Charges pour faire éclater les bombes de :

	32 c. (12 p°)	27 c. (10 p°)	22 c. (8 p°)
Poudre ordinaire de guerre	2 k.,45	1 k.,47	0 k.,49
Préparation fulminante n° 1	0 k.,85	0 k.,50	0 k.,20

Roche à feu.

La roche à feu est une composition incendiaire très anciennement connue, et qu'on emploie dans un grand nombre d'artifices de

guerre ; l'intensité de la flamme détermine l'ignition rapide du bois et des autres substances combustibles avec lesquelles elle se trouve en contact ; elle y adhère avec ténacité, et les pénètre d'un feu violent et durable ; l'eau ne peut l'empêcher de brûler, et elle ne s'éteint jamais sans être en totalité consumée. Il paraît que les propriétés incendiaires de la roche à feu varient singulièrement, suivant sa préparation, et suivant l'état de division dans lequel elle se trouve répartie au moment de la combustion. Voici les différentes compositions de roche à feu le plus en usage.

Autriche.

Antimoine pilé	100
Étoupilles ardentes	14
Poudre en grain	24
Soufre en grume	21
Salpêtre en poudre impalpable	18

France.

Antimoine pilé	»	»	3	»	»
Poudre en grain	4	3	»	3	1
Pulvérin	4	4	3	4	1
Salpêtre	5	4	1	4	1
Soufre	28	16	6	10	4

Prusse.

Poudre en grain........	20
Pulvérin..............	3
Soufre en grume.......	20

On mêle, en les triturant ensemble, l'antimoine, le salpêtre, la poudre et le pulvérin, et on verse ensuite cette composition ainsi que les étoupilles, à huit reprises, et en remuant bien à chaque reprise, dans une chaudière qui contient le soufre en fusion, et sous laquelle on doit entretenir un feu doux et modéré. On ne saurait prendre trop de précautions pour bien régler le feu; et avant de verser la composition sur le soufre, il faut s'assurer, par une ou deux pincées de composition qu'on y jette, qu'elle ne s'enflamme pas; on l'y éparpille ensuite avec beaucoup de circonspection et sans à coup. Quand la totalité de la composition est versée, et que la chaudière ne contient plus qu'une pâte homogène, noire et très épaisse, on ôte la chaudière du feu, on la dépose à quelques pas du fourneau, et on continue à remuer jusqu'à ce que la roche à feu devienne tenace et gluante; on la verse alors dans un récipient en bois où on la

presse avec une spatule, et on l'y laisse refroidir, s'endurcir et se consolider; on la brise ensuite en morceaux de la grosseur convenable pour l'emploi qu'on en veut faire.

Lorsque la roche à feu n'est pas complétement refroidie, et qu'elle est encore tenace et gluante, si on la sépare en très petits morceaux, et qu'on la roule dans un mélange bien homogène, à parties égales de pulvérin et de mercure de Howard, on augmente à tel point son énergie et l'instantanéité de son inflammation, qu'elle devient alors l'incendiaire le plus actif et le plus désastreux dont on puisse se servir.

§. VII.

Fusées de signaux et de réjouissance; fusées a la Congrève.

Fusées de signaux et de réjouissance.

Les fusées de signaux et de réjouissance sont des cartouches de papier, de carton, de bois ou de métal, remplis de diverses compositions d'artifices dont la combustion détermine le vol rapide dans l'air; ce vol irrégulier est changé

en un mouvement ascensionnel très prononcé, au moyen d'une baguette directrice dont on garnit la fusée. Le vol de la fusée est dû non seulement à la pression que les gaz résultant de la combustion exercent contre la tête de la fusée, mais encore à la résistance que l'air oppose à la sortie de ces gaz, par l'orifice de la fusée qui leur est ouvert.

De tous les moyens employés jusqu'à ce jour pour diriger le vol des fusées, la baguette est celui qui a constamment le mieux réussi. Il est nécessaire, pour prévenir les oscillations de la fusée, que le poids et la longueur de la baguette soient calculés de manière que le centre de gravité du système se trouve placé en arrière de l'orifice par lequel jaillit le fluide enflammé, et cependant, lors même que cette condition est remplie, la baguette étant fixée en dehors de la fusée, occasionne une déviation continuelle de ce côté, et peut faire retourner la fusée sur elle-même si la durée de l'ascension est considérable. On donne en général à la baguette dix à douze fois la longueur de la fusée, et pour que son poids soit un lest convenable, il faut que le système reste en équilibre sur la lame d'un

couteau, en y posant la baguette, à six ou huit centimètres de distance de l'orifice de la fusée.

On a essayé, pour diriger les fusées, l'emploi de ficelle ou de fil de métal tourné en hélices, et portant une boule métallique; on s'est servi d'une garniture d'ailes, semblable à celle d'une flèche, et aussi d'une tige de fer dans laquelle glissaient deux anneaux adaptés aux extrémités de la fusée; mais tous ces moyens, qui n'ont jamais complétement réussi, même avec des fusées volantes de réjouissance et de petits calibres, sont tout-à-fait impraticables à la guerre pour des fusées de signaux, et à plus forte raison pour les fusées à la Congrève, dont nous nous occuperons tout à l'heure.

Les différentes compositions dont on se sert pour enlever les fusées, quoiqu'elles soient en général formées des mêmes ingrédiens, varient d'autant plus dans leurs proportions, que quelques artificiers ont supposé à tort qu'il fallait changer de composition pour chaque calibre de fusée. Quant aux garnitures des fusées, qui sont également très variables, et à leur disposition qui fait partie essentielle

de la confection de la fusée, nous ne nous en occuperons que dans la troisième partie de ce Manuel, après avoir décrit les différens artifices qu'on y emploie. Voici maintenant les compositions le plus en usage pour enlever les fusées de signaux et de réjouissance.

Angleterre.

Charbon.....	3...	8...	10
Salpêtre.....	8...	5...	27
Soufre.......	2...	3...	6

Autriche.

Charbon de hêtre ou de tilleul.......	1..	1.. de chêne...	150
Pulvérin.........	10..	7 {poudre... 2, pulvérin.. 5}..	7
Salpêtre en poudre impalpable.....	59..	7 cristal minéral.	2
Soufre..........	22..	2.............	5

La première de ces compositions brûle avec peu de bruit, la seconde avec plus de bruit et une faible traînée de feu, la troisième en répandant de longs rayons de feu qui suivent l'ascension de la fusée.

France.

Fusées de signaux :

Charbon....	15...	3...	9...	2
Pulvérin....	»...	1...	»...	»
Salpêtre....	32...	8...	16...	4
Soufre......	8...	2...	4...	1

Fusées de réjouissance :

Charbon de chêne.	4...	2...	8...	2...	3...	9... 10
Fonte de fer pilé..	»...	»...	»...	»...	»...	»... 10
Pulvérin.......	1...	»...	4...	»...	»...	»... 4
Salpêtre........	10...	4...	17...	11...	8...	20... 20
Soufre.........	2...	1...	3...	1...	1...	3... 5

Mais la composition qui nous semble le plus convenable à l'ascension des fusées de signaux et de réjouissance de toute espèce de calibre, est celle-ci :

	Composition vive.	lente.
Charbon de chêne...........	15...	25
Préparation fulminante (N.° 5).	25...	5
Salpêtre....................	50...	60
Soufre......................	10...	10
	100...	100

Fusées à la Congrève.

Il suffit, pour former une espèce de fusée à

la Congrève, dit M. de Montgéry dans son Traité des fusées de guerre, d'ajouter une grenade, un obus ou des matières incendiaires à l'extrémité antérieure d'une fusée volante de grandes dimensions. Lancer des projectiles incendiaires ou détonans, à l'aide de fusées, au lieu d'employer des bouches à feu, tel est le caractère principal de l'invention. Si l'on refuse au général Congrève le mérite de l'invention, parce que ces artifices connus en Asie de temps immémorial, ont été employés autrefois en Europe, on ne peut lui contester ni l'emploi nouveau qu'il en a fait, ni les perfectionnemens qu'il y a introduits.

Le premier essai des fusées du général Congrève eut lieu, en octobre 1806, contre la ville de Boulogne ; depuis cette époque, les Anglais ont continué d'en faire usage dans presque toutes leurs expéditions. Les Prussiens et les Suédois commencèrent à employer ces armes en 1813. En 1814, le prince régent d'Angleterre ordonna la formation d'un corps de tireurs de fusées, et les détachemens de ce corps se trouvaient dans les rangs à Waterloo. Mais l'usage que l'on a fait jusqu'à présent à la guerre des fusées à la Congrève n'a jamais

justifié d'une manière authentique et irrécusable la haute importance que les Anglais affectent d'y attacher; quant aux fables que la politique anglaise s'est plu à débiter à cet égard, l'expérience et la publicité en ont fait justice, et elles ne peuvent avoir désormais aucune influence sur le moral du soldat. En admettant que l'on puisse lancer des obus et d'autres projectiles à l'aide de fusées, sans avoir besoin de bouches à feu, et avec quelque justesse de tir à de très grandes portées, les fusées à la Congrève seront sans doute avantageuses pour des siéges en pays de montagnes et pour la guerre maritime : quelques pelotons disséminés de troupes légères, ou de faibles embarcations, pourront ainsi venir bombarder une ville et échapper à ses batteries par leur mobilité. Mais sur un champ de bataille, cet avantage disparaît à cause de l'impossibilité où l'on est encore actuellement de diriger de semblables fusées sur un but mobile et de peu d'étendue. Les travaux récens du général Congrève sur la direction et la portée des fusées concentriques, ses essais de toute espèce, que l'on répète et que l'on modifie en Autriche, en Pologne, en Prusse, et

dans quelques autres pays; les soins minutieux et la grande variété des procédés que l'on emploie pour la fabrication des fusées à la Congrève, tout semble prouver que l'on n'a réussi complétement, dans aucun pays, à vaincre les difficultés qu'oppose à la certitude du tir la nature même de ces artifices, dont le vol irrégulier ne peut être changé en mouvement ascensionnel que par une baguette directrice, sujette à plusieurs inconvéniens, ainsi que nous l'avons vu en parlant des fusées de signaux et de réjouissance. Toutefois, il serait aussi peu raisonnable de laisser sans encouragemens de nouveaux essais en ce genre, et de préjuger ainsi les efforts de l'industrie, que d'adopter exclusivement, et comme moyen infaillible et général de destruction, ces armes d'un effet incertain et très limité jusqu'à présent. (1)

La composition que nous avons indiquée comme la plus convenable à l'ascension de toute espèce de fusées volantes, nous semble également devoir être employée pour l'ascension des fusées à la Congrève de tout

(1) Ces réflexions s'appliquent entièrement à l'emploi de la vapeur dans les armes.

calibre, de préférence aux compositions diverses, dont voici quelques dosages.

Fusées incendiaires de 15 jusqu'à 20 centimètres de diamètre, et de 4 jusqu'à 6 décimètres de longueur.

Charbon	1...	1...	1
Chlorate de potasse	14...	16...	18
Salpêtre	7...	8...	10
Soufre	1...	1...	1

Fusées à boulets du calibre de 1 jusqu'à celui de 42, de 6 jusqu'à 16 centimètres de diamètre, et de 2 jusqu'à 4 décimètres de longueur.

Charbon	1...	1...	1...	1...	1...	1..	1
Chlorate de potasse	4...	5...	6...	$7\frac{1}{2}$...	9...	10...	12
Salpêtre	2...	$2\frac{1}{2}$...	3...	$3\frac{1}{4}$...	$4\frac{1}{2}$...	5...	6
Soufre	1...	1...	1...	1...	1...	1...	1

§. VIII.

PLUIES ET JETS DE FEU; ÉTINCELLES; ÉTOILES, FEU CHINOIS; FLEURS DE JASMIN; FLAMME DE BENGALE; MÈCHES COLORÉES.

Nous donnerons simplement ici les compositions de ces différens artifices, ainsi que les

modifications dont elles nous semblent susceptibles, et nous nous occuperons plus particulièrement de leur emploi et des détails nécessaires à la confection de chacun d'eux, en traitant de la manipulation des pièces d'artifices, dont elles forment ordinairement la garniture.

Pluies et jets de feu.

	Pluies de feu ordinaires.			d'or.	d'arg.
Charbon de chêne..	3..	5..	1..	1..	1
Gomme..........	»..	»..	1..	»..	»
Limaille d'acier fine.	»..	»..	»..	»..	4
Noir de fumée.....	»..	»..	1..	1..	»
Pulvérin.........	16...	16..	16..	2..	16
Salpêtre.........	»..	8..	1..	8..	1
Soufre..........	»..	4..	1..	4..	1
Zinc............	»..	»..	»..	»..	1

En ajoutant aux compositions ordinaires quelques parties de nitrate de strontiane en poudre, et en les humectant en outre d'alcool saturé de chlorate de strontiane, la pluie de feu se colore en un rouge plus ou moins foncé; il faut avoir soin de ne pas tamiser le charbon trop fin : c'est en remuant à la spatule, plutôt qu'en triturant à la molette, que

l'on obtient l'homogénéité de mélange nécessaire à la beauté de la pluie de feu.

Jets de feu ordinaires.

Antimoine	»	»	1	1
Charbon fin	3	4	2	4
Pulvérin	16	16	16	12
Soufre	»	»	»	6

	Jets de feu brillans.		étincelans.	
Limaille de fer.	1.. d'acier	1.. d'acier, fine	5..	7
Pulvérin	4	4	18..	16
Salpêtre	»	»	2..	1
Soufre	»	1	»..	1

Jets de feu colorés.	blanc.		bleuâtre.			verdâtre.	rougeâtre.
Cuivre (limaille ou oxide de)	»	»	»	»	»	1	»
Pulvérin	8	16	8	4	8	5	15
Salpêtre	»	4	1	2	4	»	»
Soufre	1	3	4	3	4	»	»
Strontiane (chlorate ou nitrate de)	»	»	»	»	»	»	4
Zinc pulvérisé	»	»	»	3	17	»	»

Pour obtenir ces jets de feu, on charge de composition des cartouches du calibre de 1 jusqu'à 3 centimètres, et dont la longueur varie de 1 jusqu'à 2 décimètres, suivant la

grosseur et la durée du jet que l'on veut obtenir. Il est bon d'humecter les nuances blanches et vertes avec un peu d'alcool camphré, et la nuance rougeâtre avec de l'alcool saturé de chlorate de strontiane.

Étincelles, étoiles, feux chinois et fleurs de jasmin.

	Étincelles ordinaires.	rayonnantes.
Alcool	1	2
Camphre	2	2
Coton	1	1
Préparation fulminante (N° 5)	»	2
Pulvérin	1	2
Salpêtre	1	1
Zinc	»	1

Après avoir mélangé les ingrédiens à la spatule, et formé ainsi une composition bien homogène, on ajoute l'alcool de manière à former une pâte très liquide, dont on imbibe de petites pelotes de coton que l'on roule dans du pulvérin sec.

	Étoiles ordinaires.	très brillantes.
Alcool	10	1
Antimoine	13	1

Gomme	15	1
Pulvérin	17	2
Salpêtre	100	15
Soufre	50	6
Zinc	»	2

On forme, à l'aide de l'alcool, une pâte très ferme qu'on étend sur une table, et qu'on aplatit jusqu'à l'épaisseur de 8 à 12 millimètres; on découpe dans cette pâte, soit au couteau, soit à l'emporte-pièce, des carrés ou modèles de 4 à 5 millimètres, destinés à former les étoiles; on les saupoudre de pulvérin sec, et on laisse sécher à l'ombre.

Feux chinois,	ordinaires,			très brillans.	
Charbon	1	3	4	»	1
Fonte de fer	2	7	5	3	8
Pulvérin	4	16	8	4	8
Salpêtre	4	»	6	4	1
Soufre	1	3	4	2	1

Fleurs de jasmin,	ordinaires,		très brillantes.
Acier (limaille d')	6	5	4
Pulvérin	16	16	20
Salpêtre	1	1	1
Soufre	1	1	1
Zinc	»	»	4

Les compositions de feux chinois et de

fleurs de jasmin se manipulent de la même manière ; on mélange séparément le soufre et la fonte de fer ou la limaille d'acier en les humectant de très peu d'alcool, et on ajoute ensuite ce mélange à celui du reste de la composition ; on proportionne la grosseur de la fonte pulvérisée ou de la limaille d'acier, au calibre des cartouches que l'on charge, en réservant la fonte passée au tamis le plus fin, pour les plus petits cartouches.

Flammes de Bengale, et mèches colorées.

Flammes de Bengale,	ordinaires,		étincelantes.	
Antimoine	1	1	1	1
Préparat. fulmin.	»	(n° 4) 2	(n° 3) 2.	(n° 2) 2
Salpêtre	5	4	5	6
Soufre	2	3	2	1

Après avoir mélangé les ingrédiens, et lorsqu'on a passé ce mélange homogène dans un très gros tamis de crin, on en remplit des vases cylindriques ou même plus étroits du haut que du bas. On saupoudre la superficie de pulvérin, et on la couvre d'une feuille de papier percée de quelques trous par lesquels on fait sortir des étoupilles commu-

niquant avec le pulvérin. On peut faire des flammes de Bengale depuis quelques décagrammes jusqu'à cent kilogrammes.

Mèches colorées,	verdâtre,	bleuâtre,	rougeâtre.
Antimoine	1	2	»
Cuivre (oxide *ou* précipité de)	3	»	»
Soufre	48	45	45
Strontiane (nitrate de)	»	»	7
Zinc	»	5	»

On fait fondre le soufre à un feu très doux ; on y ajoute, par petites portions, les autres ingrédiens, et on y trempe des mèches de coton de la grosseur convenable pour le dessin qu'elles doivent illuminer ; on les saupoudre de pulvérin sec à mesure qu'on les retire de la chaudière, et on les met ensuite sécher à l'ombre. Il faut avoir soin de maintenir le soufre à peine liquide, pour éviter les déflagrations qui peuvent avoir lieu, surtout avec le nitrate de strontiane. Pour prévenir toute espèce d'accident, on ne fait fondre que les deux tiers du soufre, et l'on forme avec le tiers restant et les autres ingrédiens, un mélange impalpable dont on saupoudre les mèches soufrées, encore gluantes, et que l'on roule ensuite dans du pulvérin sec.

TROISIÈME PARTIE.

OUTILLAGE ; MANIPULATION ET DISPOSITION DES PIÈCES D'ARTIFICE.

§. Ier.

OUTILLAGE.

Nous avons déjà parlé de la disposition générale de l'atelier, de l'ordre et de la propreté qui doivent y régner ; nous allons entrer maintenant dans les détails d'un outillage complet ; bien entendu que cet outillage doit être ensuite modifié suivant le nombre et l'adresse des ouvriers qu'on emploie. Il est à remarquer, au reste, qu'avec un très petit nombre d'outils, un amateur intelligent peut exécuter, aussi bien qu'un habile artificier, les pièces les plus difficiles.

Aiguilles et alênes. Un assortiment d'aiguilles et d'alênes, droites et courbes, de différentes grosseurs, est surtout nécessaire pour la confection des sachets à gargousses et des balles à feu.

Balances. Trois balances avec plateaux et bassins en cuivre, d'une justesse et d'une sensibilité aussi grandes que possible, et garnies chacune d'un assortiment complet de poids; la première doit être assez forte pour qu'on puisse y peser jusqu'à dix kilogrammes; la seconde beaucoup moins forte, mais où l'on puisse peser cependant jusqu'à un kilogramme; enfin une balance d'essai, avec plateaux de rechange en cristal.

Baguettes à rouler et rouleaux. La baguette à rouler (*fig*. 1) est un cylindre parfaitement dressé, en bois ou en métal, terminé par une poignée; on la tourne ordinairement en bois, et la poignée est plus grosse que le corps du cylindre, dont les dimensions sont naturellement subordonnées à celles des cartouches qu'elle doit servir à rouler. Le rouleau (*fig*. 2) est une grosse baguette dont la poignée est plus petite que le corps. L'assortiment complet de baguettes à rouler et rouleaux se compose ordinairement de neuf baguettes et trois rouleaux, des dimensions suivantes :

Baguettes à rouler.	diamètre,	longueur,	longueur de la poignée.
N° 1....	0,036....	0,650....	0,14
N° 2....	0,034....	0,650....	0,14
N° 3....	0,027....	0,490....	0,11
N° 4....	0,023....	0,490....	0,11
N° 5....	0,018....	0,410....	0,11
N° 6....	0,014....	0,330....	0,09
N° 7....	0,012....	0,330....	0,09
N° 8....	0,009....	0,270....	0,09
N° 9....	0,007....	0,540....	0,09
Rouleaux.			
N° 1....	0,11.....	0,650....	0,14
N° 2....	0,08.....	0,490....	0,14
N° 3....	0,05.....	0,490....	0,14

Baguettes à charger. La baguette à charger (*fig.* 3) est extérieurement un cylindre parfaitement dressé, en bois ou en métal, terminé par une poignée conique : elle ne diffère de la baguette à rouler que parce qu'elle est d'un diamètre un peu plus faible pour le même calibre ; qu'elle est percée intérieurement d'un trou cylindrique, destiné à loger commodément la broche conique de la fusée pendant le chargement, et que sa poignée est légèrement conique.

Il faut pour chaque calibre de fusée un

assortiment de quatre baguettes à charger ; la première sert jusqu'au tiers de la hauteur de la broche ; la seconde jusqu'au second tiers ; la troisième jusqu'à l'extrémité de la broche, et enfin une quatrième baguette, massive, achève le chargement. La longueur de chaque baguette sert à la reconnaître et à en régler l'échange.

En traitant de la confection des fusées, nous donnerons les dimensions des cartouches et des broches de chacun des calibres actuellement en usage. Les dimensions de chaque baguette d'un assortiment s'ensuivront naturellement ; ce qui nous dispense d'entrer ici dans de plus grands détails à cet égard.

Baquets, barils, bocaux et flacons, gamelles de bois, plats de terre vernissée, pots à colle, vases de terre et de verre de différentes formes et grandeurs. On se sert de baquets pour mélanger les compositions, et ces mélanges sont ensuite déposés dans des barils de bois et des bocaux en verre, soigneusement étiquetés, que l'on emploie aussi à conserver les diverses substances que nous avons décrites dans les premières parties de ce Manuel. Quelques bocaux doivent être fer-

més par des bouchons à l'émeri ; ce sont ceux que l'on destine à contenir l'alcool, les huiles, etc.... Les préparations fulminantes doivent être conservées dans des bocaux fermés par un simple parchemin, afin d'éviter tout froissement qui pourrait en déterminer accidentellement l'explosion. Les gamelles et vases de toute espèce, que l'on emploie à diverses manipulations, doivent être nettoyés chaque fois que l'on s'en est servi, et rangés ensuite avec le plus grand soin.

Billot et broche (*fig.* 4.). Le billot est un bloc de bois, dans lequel se loge la vis à bois du culot qui maintient la soie de la broche. Cette broche, d'une forme conique, renflée en bourrelet ou bouton, est en fer très doux ; elle doit être façonnée et polie au tour ; elle sert à pratiquer dans la fusée, pendant son chargement, un vide nécessaire pour que le feu se communique instantanément, au moment du départ, à la presque totalité de la charge qui détermine l'ascension de la fusée. Ce vide se nomme l'*âme de la fusée*, et ses dimensions sont nécessairement celles de la broche. On a ordinairement pour chaque calibre une broche et un billot ; mais le même

billot pourrait servir à plusieurs broches, en donnant aux vis à bois de chaque culot le même pas, le même diamètre et la même longueur. Nous donnerons d'ailleurs, en traitant de la confection des fusées, les dimensions des broches et de leurs culots.

Carton, papier et parchemin. La bonne confection de la plupart des artifices dépend tellement de la qualité du carton et de celle du papier que l'on y emploie, que l'artificier ne saurait prendre trop de précautions à cet égard.

Le papier peut être plus ou moins lisse, plus ou moins épais, d'une pâte plus ou moins fine, plus ou moins collée, suivant l'usage auquel le destine l'artificier; mais il doit toujours être souple et uni, facile à rouler et à plier en tous sens sans se casser ni se déchirer. L'atelier doit être abondamment pourvu de papier de diverses grandeurs, choisi avec le plus grand soin et sans défaut. Quand on le fabrique exprès, on ajoute à la pâte un peu d'alun, et lorsqu'on l'achète tout fabriqué, on le passe dans une dissolution d'alun, et on le satine ensuite, afin de le rendre plus convenable à la conservation des artifices. Le papier

aluné et *satiné* n'étant pas sensiblement hygrométrique, et devenant presque incombustible, il est d'un grand avantage pour les confections des cartouches de fusil, et c'est le seul papier que l'on y devrait employer.

On trouve dans le commerce du carton de pâte de papier et du carton formé par la réunion de plusieurs feuilles de papier collées. Le premier est en général fabriqué trop grossièrement, trop peu souple, et surtout trop inégal pour être roulé facilement et servir ainsi à la confection des pièces d'artifice qui exigent un peu de précision. Le second est d'un choix assez difficile, et d'un prix assez élevé pour qu'il soit avantageux à l'artificier qui a besoin de savoir le nombre des feuilles de papier dont se compose le carton qu'il emploie, de le fabriquer lui-même. Le carton collé en cinq feuilles étant celui dont on se sert pour le plus grand nombre des pièces d'artifice, nous allons entrer dans quelques détails qui s'appliquent au reste au carton de trois feuilles et à celui de six, sept et huit feuilles, qui servent moins habituellement.

Après avoir choisi de fort papier blanc, souple et bien collé, on prépare la colle d'amidon

ou la colle-forte que l'on destine à la confection du carton. Cette colle doit être plutôt claire que trop épaisse ; la colle-forte est la meilleure colle dont on puisse faire usage ; on l'emploie très claire, et elle n'a jamais les grumeaux qui se trouvent ordinairement dans la colle d'amidon et qui forcent à la passer au tamis de soie.

On étend une feuille de papier sur une table bien unie ; on l'enduit légèrement de colle avec une très grosse brosse, et on applique sur cette première feuille une seconde que l'on colle de même et ainsi de suite jusqu'à la cinquième feuille. Au lieu de mettre cette cinquième feuille, seule comme les autres, on applique dessus, sans l'enduire de colle, une sixième feuille. Ces feuilles, ainsi placées ensemble, forment la séparation de chacun des cartons, et l'on continue ainsi à coller, les uns sur les autres jusqu'à six ou huit cents cartons, en ayant soin de mettre toujours de cinq en cinq feuilles deux feuilles ensemble sans colle. On met pendant quelques heures ces cartons en presse, et on les fait ensuite passer un à un entre les rouleaux en buis d'un laminoir pour les rendre parfaitement souples, élastiques et unis,

sans aucune inégalité d'épaisseur. On les fait sécher à l'ombre, en les étendant sur des cordes au moyen de petits crochets en laiton que l'on accroche à l'un des coins du carton. Lorsqu'ils sont secs, on les passe de nouveau au laminoir et on les conserve en presse, afin qu'ils ne se voilent pas. Les cartons plissés ou mal collés sont mis au rebut; on les utilise en les employant à divers artifices de peu d'importance, pour lesquels ils valent toujours mieux que le carton de pâte.

On se sert de feuilles de parchemin très épais pour y mélanger quelques compositions.

Chasse-fusée. Le chasse-fusée est une espèce de manche légèrement creusé qui ne sert que pour enfoncer la fusée des projectiles creux. La cavité pratiquée dans le chasse-fusée doit coiffer exactement la tête de la fusée, afin que cette tête ne soit pas endommagée pendant que l'on frappe sur le chasse-fusée pour enfoncer la fusée dans l'œil du projectile. L'assortiment de chasse-fusées est dès-lors déterminé comme celui des fusées, par le calibre des projectiles creux.

Chaudières et ustensiles divers. Il faut trois

ou quatre chaudières de grandeurs assorties, avec trépieds, cuillers à bec, écumoires, spatules en bois et en fer; l'une de ces chaudières doit être en cuivre et de la capacité de 30 à 40 litres; les autres peuvent être en fonte de fer et d'une plus faible capacité.

Ciseaux, clous et pointes de Paris, couteaux, compas, étaux, limes, marteaux, pinces, poinçons et dégorgeoirs, râpes, scies, tenailles, vrilles, etc., etc. Il faut un assortiment bien complet de tous ces menus objets; deux compas au moins, l'un à pointes droites, l'autre à pointes courbes; un étau de serrurier et un étau à main; une grande scie et une scie à main très fine et très acérée pour rogner le carton des gros cartouches.

Écremoire, égrugeoir, entonnoirs. L'écremoire est un morceau extrêmement mince de cuivre ou de corne, qui a 1 à 2 décimètres de longueur sur 6 à 8 centimètres de largeur, et qui sert à ramasser les compositions. L'égrugeoir est une molette de bois, de métal ou de verre, qui sert à broyer et à réduire en poussière impalpable différentes substances que l'on emploie dans les compositions d'artifices. Les entonnoirs sont en verre et en fer-blanc. L'atelier

doit être garni d'un assortiment complet de ces ustensiles.

Étagères. On nomme étagères des planches disposées par étage, et appliquées en saillie contre les murs de l'atelier; le bord de ces planches doit être garni, de distance en distance, de clous à crochets, pour qu'on y puisse suspendre quelques outils, divers cartonnages, etc., et c'est sur les étagères que l'on range avec le plus grand ordre les barils, bocaux, etc.

Fil, ficelle, filagore, fil de fer et de laiton. Il faut un assortiment complet de ces menus objets dans l'atelier où l'on désigne particulièrement, par le nom de filagore, un moyen cordeau qui sert à *étrangler* les cartouches.

Laminoir et presse. Les rouleaux du laminoir, ou presse à satiner, doivent être en bois très dur et assez longs pour les cartons les plus larges que l'on puisse avoir besoin de fabriquer. Il faut, dans l'atelier, au moins une presse à satiner et une presse ordinaire à vis en bois.

Maillets. Les maillets en bois, de forme cylindrique, conviennent mieux pour frapper sur les baguettes à charger que les masses de

fer et de cuivre ; on doit proportionner soigneusement les dimensions et le poids du maillet à la compression que doit exercer la baguette à charger, et conséquemment au calibre de la fusée. Il faut au moins trois maillets dans l'atelier ; le corps du premier est un cylindre en buis ou en gaïac, de 12 centimètres de diamètre sur 15 centimètres de hauteur ; celui du second (*fig.* 5), un cylindre de 10 centimètres de diamètre sur 12 centimètres de hauteur ; enfin celui du troisième, un cylindre de 8 centimètres de diamètre sur 9 centimètres de hauteur.

Mandrins et moules, mesures ou lanternes. Indépendamment des baguettes à rouler, qui sont de véritables mandrins à cartouches, l'atelier doit être abondamment pourvu de mandrins de différentes formes, propres au cartonnage de toutes sortes de pièces d'artifice ; ces mandrins peuvent être de bois ou de métal ; ils sont d'une seule pièce, ou de plusieurs pièces jointes à coulisses, afin de s'enlever plus facilement sans déformer le cartonnage qu'ils ont servi à confectionner.

Les moules sont des mandrins creux, ou *chandeliers* en termes d'atelier, destinés à maintenir le cartonnage d'une pièce pendant qu'on

la charge ; mais lorsque le cartonnage est bien fait, les moules sont inutiles, et ceux que l'on employait autrefois au chargement des fusées de tout calibre sont maintenant hors d'usage.

Les mesures ou lanternes sont des espèces de dés creux en cuivre ou en fer-blanc, garnis d'un manche, et dont la capacité sert à mesurer les charges différentes de composition qui doivent entrer dans les artifices ; l'ouverture de ces lanternes est taillée droit ou en sifflet, afin d'introduire plus facilement les compositions qu'elles contiennent ; elle est d'ailleurs plus ou moins échancrée, suivant l'usage auquel on destine les mesures.

Mortiers à triturer. Deux mortiers, l'un en fonte de fer et l'autre en bronze, garnis de pilons en même métal et de pilons de rechange en bois, suffisent ordinairement dans l'atelier. L'ouverture du mortier doit être plus grande que le fond, et les bords en sont légèrement évasés en tulipe, afin que les matières qu'on y triture retombent au fond, et soient ainsi constamment soumises au choc du pilon.

Moules à balles et cisailles à jets. Le moule à balle, ordinairement en bronze et garni d'un manche en bois, est formé de

deux parties ajustées par une charnière ; chaque partie est fraisée de vingt trous hémisphériques, avec évents demi-cylindriques, aboutissant à un biseau, de sorte qu'en réunissant ces deux parties au moyen de la charnière, et fermant le moule avec un crochet, elles offrent alors une rigole qui communique, par des évents cylindriques, avec des trous sphériques que le plomb doit remplir pour former les balles. Le moule fournit ainsi un chapelet de vingt balles dont on coupe les jets avec une cisaille. La meilleure cisaille est celle qui coupe le jet suivant la sphéricité de la balle. Les moules s'échauffant beaucoup pendant la coulée, il en faut huit à dix pour un seul ouvrier fondeur.

Sacs à pulvérin. En parlant du pulvérin (page 198), nous avons donné sur le sac à pulvérin et sur son usage tous les renseignemens nécessaires. Trois sacs à pulvérin suffisent dans un atelier ; le premier doit pouvoir contenir 10, le second 15, et le troisième 20 kilogrammes de poudre.

Tables. Indépendamment des tables à rouler les cartouches, dont les dimensions sont en général fixées à 2 ou 3 centimètres d'épais-

seur sur 7 décimètres de largeur et 15 décimètres de longueur, et des autres tables moins épaisses et de dimensions plus variables, qui servent à différens ouvrages, on doit avoir dans l'atelier une table à broyer avec plateau de rechange en marbre. Cette table carrée a 7 décimètres de côté; son dessus en bois d'orme ou de noyer, de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, est garni de rebords en saillie, pour encadrer le plateau en marbre, qui peut n'avoir que 2 à 3 centimètres d'épaisseur.

Tamis. Outre les tamis de tissu métallique qui sont les plus convenables pour y laisser doucement sécher différentes compositions, il faut au moins un tambour de parfumeur garni de cinq tamis à passer, trois en crin et deux en gaze de soie. Le premier tamis de crin doit être d'un tissu peu fin et très clair; le second moins clair et plus fin; le troisième très fin et très serré; le premier tamis de soie, quoique d'une gaze claire est plus fin que le troisième tamis de crin, et le second tamis de soie est le plus serré de tous, et de la gaze d'Italie la plus fine que l'on puisse se procurer.

Tire-fusées. Le tire-fusée sert à enlever la fusée des projectiles creux dont on veut renou-

veler le chargement. Telle est la difficulté d'enlever cette fusée, qu'il existe dans chaque pays plusieurs modèles de tire-fusées, et sans entrer dans la description de ces divers modèles plus ou moins ingénieux, nous nous bornerons à citer celui qui nous paraît le plus simple et le plus convenable de tous; il est de l'invention de M. le capitaine Hennoc, commandant une compagnie d'ouvriers d'artillerie; et il ne se compose que de deux leviers et d'un cercle d'appui.

Varlopes. La varlope de l'artificier (*fig.* 6), sauf le fer et les dimensions, ressemble beaucoup à celle du menuisier; on l'emploie à serrer les cartouches sur lesquels on l'appuie fortement en les faisant rouler. Il faut au moins deux varlopes dans l'atelier, toutes deux en bois de noyer ou de cormier, et garnies de la poignée et du bouton qui servent à les manier; la première peut avoir 2 à 3 centimètres d'épaisseur sur 7 décimètres de longueur et 2 décimètres de largeur; et la seconde, 2 centimètres d'épaisseur sur 6 décimètres de longueur et 15 centimètres de largeur.

§. II.

MANIPULATION.

Cartonnage de divers cartouches.

Moulage. Le cartouche est un cylindre creux formé d'un fourreau de papier, de carton ou de métal laminé, que l'on charge ensuite d'une composition d'artifice. Les cartouches de fusées volantes sont ceux qui exigent le plus de soins et de précision; nous entrerons donc, pour leur confection particulière, dans quelques détails de manipulation qui seront ensuite facilement applicables aux cartouches de toute espèce qu'emploie l'artificier.

Après avoir coupé le carton de la grandeur convenable, on le présente sur le travers de la baguette à rouler qu'il faut frotter d'un peu de savon pour qu'elle sorte plus facilement, et on roule le carton que l'on enduit d'une légère couche de colle, au fur et à mesure que le fourreau se forme, afin que le cartouche soit entièrement collé; on le serre ensuite avec la varlope, à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'il fasse bien corps, et l'on s'as-

sure de son diamètre extérieur, et conséquemment de son épaisseur, avec un compas à pointes courbes, ou mieux encore avec un calibre uniquement destiné à cet usage. Lorsque le cartouche est convenablement calibré, on le roule dans une feuille de papier, dont on colle chaque révolution, et l'on varlope de nouveau. Les cartouches autres que ceux des fusées volantes, se roulent à sec, et l'on colle seulement la dernière révolution de la feuille de papier qui les recouvre. L'épaisseur du cartouche d'une fusée volante est en général moitié du diamètre de la baguette ou du rouleau sur lequel il se forme, et la longueur doit excéder au moins d'un tiers celle de la broche.

L'épaisseur des cartouches autres que ceux de fusées volantes, est ordinairement les deux tiers de la baguette ou du rouleau sur lequel ils se forment; quant à leur longueur, elle est très variable, et plus faible en général pour les cartouches destinés aux pièces tournantes que pour ceux des pièces fixes.

Étranglement (*fig.* 7). En serrant avec un filagore la circonférence d'un cartouche, le carton cède, ses parois se rapprochent, il se

forme une gorge à l'extérieur ; si l'on continue à serrer fortement, le vide intérieur se trouve fermé par la dépression complète du carton, et c'est ce qu'on appelle un étranglement. On ne doit pas attendre que le cartouche soit complétement sec pour l'étrangler, il suffit qu'il le soit à moitié. On attache un cordeau d'un mètre de longueur et d'une grosseur proportionnée à celle du cartouche, à un crampon scellé dans le mur ; on frotte de savon ce filagore dont on fait un tour à un demi-décimètre du bout du cartouche, et l'on en fixe l'extrémité à un bâton que l'on se passe entre les cuisses ; on serre doucement d'abord ; en avançant et en reculant, on veille à ce que la gorge se forme régulièrement, et puis on serre plus fortement, jusqu'à ce que l'étranglement soit complet. On y fait alors une ligature avec sept ou huit tours de petite ficelle qui serrent la gorge et maintiennent l'étranglement, pendant que le cartouche achève de sécher.

Nous ne parlerons pas ici de l'étrangloir en fer, ou cisaille à crans, qui ne peut servir que pour les très petits cartouches ; c'est un instrument si mauvais que nous l'avons omis à

dessein dans l'outillage de l'atelier. Les cartouches de jets, et quelques autres, au lieu de s'étrangler, comme ceux des fusées volantes, se terrent parfois de la manière suivante : on les charge, au moyen d'une petite broche d'un diamètre et demi de longueur et d'un quart de diamètre de grosseur à sa base, de bonne terre de faïence bien sèche et passée au tamis de crin ; on foule cette terre à coups de maillet, avec une baguette à charger. Mais ce terrage, qui n'a d'autre but que celui de pouvoir faire resservir les cartouches, augmente d'ailleurs inutilement leur longueur et n'est guère plus expéditif que l'étranglement, qu'il ne vaut pas à beaucoup près.

§. III.

CONFECTION ET GARNITURE DE FUSÉES VOLANTES.

Chargement du cartouche.

On dispose le billot et la broche de manière que le billot étant enterré et fixé solidement, la broche s'élève d'aplomb sur le billot, dans une position verticale, et sans pouvoir éprouver le moindre dérangement pendant toute la

durée du chargement. On enfile alors le cartouche sur la broche, en l'y assurant avec la baguette à charger la plus longue, de manière que l'étranglement maintenu par plusieurs tours bien serrés de ficelle, affleure le bouton de la broche, et l'on met à portée du billot les baguettes à charger et la gamelle garnie d'une cuiller et remplie de composition. L'ouvrier tenant de la main gauche la plus longue baguette à charger, introduit de la main droite une demi-cuillerée de composition dans le cartouche ; il s'assure que cette composition tombe jusqu'en bas, et il la foule avec la baguette sur laquelle il frappe doucement dix coups avec un maillet, en ayant la précaution de la tourner à droite après les cinq premiers coups, et à gauche après les cinq derniers : il frappe dix autres coups plus forts en tournant toujours la baguette à droite et à gauche à chaque cinq coups, et en la maintenant sur la composition qu'elle doit comprimer, afin qu'elle ne sautille pas ; il frappe encore dix autres coups plus forts, et toujours avec le même mouvement de droite à gauche ; de cette manière, la première cuillerée de composition est frappée de vingt coups de ba-

guette, et doit avoir, étant ainsi refoulée, une hauteur égale au tiers du calibre intérieur du cartouche. On continue de la même manière à remplir le cartouche, et à le bourrer successivement avec chacune des baguettes, jusqu'à ce que la baguette massive ait élevé le chargement d'un calibre au-dessus de la broche. Ce chargement au-dessus de la broche se nomme le *massif* de la fusée. On a soin de remplir un peu plus la cuillerée à chaque charge successive, et on finit par la verser toute pleine lorsque le chargement commence à effleurer l'extrémité de la broche; mais la charge refoulée ne doit jamais occuper en hauteur plus d'un demi-diamètre du calibre intérieur du cartouche.

Ce chargement est celui d'une fusée volante du calibre de 20 millimètres, et c'est ce calibre que nous prendrons constamment pour exemple dans tout ce qui va suivre sur la confection des fusées. La grosseur des maillets, le nombre des coups dont on frappe chaque cuillerée de composition, et la grandeur même de cette cuillerée, varient suivant les différens calibres. Le nombre des coups de maillet pour chaque charge partielle est ordinairement de quinze

pour les fusées du calibre de 14 millimètres, de vingt pour celles de 20 millimètres, de vingt-cinq pour celles de 27 millimètres, de trente pour celles de 34 millimètres, de trente-cinq pour celles de 41 millimètres, de quarante pour celles de 54 millimètres, de cinquante pour celles de 81 millimètres. Quel que soit, au reste, le nombre de coups de maillet dont chaque charge doit être battue, ce qui varie pour le même calibre, suivant l'habitude des chefs d'atelier, on ne saurait apporter trop de régularité dans le chargement; car cette régularité seule peut assurer la compression uniforme de la composition compacte et homogène qui remplit le cartouche, et c'est là le but essentiel qu'il ne faut jamais perdre de vue dans le chargement d'une fusée volante. Lorsque la composition est inégalement refoulée, la baguette de direction ne peut rectifier les déviations désordonnées de la fusée, et l'effet de son ascension est manqué.

On a cherché dès-lors, à l'aide de machines, à régulariser complétement le chargement des fusées, et notamment celui des fusées à la Congrève; ces machines reposent en général sur ce principe, qu'un même poids qui tombe ver-

ticalement d'aplomb de la même hauteur, frappe des coups égaux; mais jusqu'à présent les inconvéniens de ces machines en ont balancé à tel point les avantages, que, dans aucun pays, elles ne sont d'un usage général et exclusif.

Lorsque le massif de la fusée est achevé, on l'arrête par un rond de papier double, sur lequel on replie la moitié du carton du cartouche excédant, que l'on dédouble à l'aide d'un poinçon; on frappe le carton rabattu d'une vingtaine de coups fortement appliqués avec le maillet sur la baguette massive; après quoi on perce ce tampon de quelques trous au poinçon, jusqu'à la composition qu'on a soin de ne pas entamer. Ce tamponnage est nécessaire pour empêcher la fusée de se défoncer ou de se vider par la tête, avec bruit et sans s'élever, accident qui arriverait indubitablement, sans cette précaution, à toutes les fusées de gros calibre. On retire doucement la fusée de dessus la broche; on rogne le cartouche au niveau du tampon, et on ôte la ficelle qui a servi à maintenir l'étranglement (*fig.* 8).

Au lieu de tamponner les fusées de signaux lorsqu'elles n'ont qu'un simple chapiteau conique, sans garniture, on met sur le

rond de double papier, dont on perce le milieu avec un poinçon, trois à quatre décagrammes de poudre de chasse que l'on comprime fortement sans l'égrener, et on étrangle le cartouche excédant.

Achèvement de la fusée.

Le chargement du cartouche étant ainsi terminé, on coiffe la fusée avec le pot cylindrique qui contient la garniture, et celui-ci avec le chapiteau dont la forme conique facilite l'ascension de la fusée. Le cartouche du pot, quelles que soient ses dimensions, se façonne sur un rouleau dont le manche est d'un diamètre un peu plus fort que le calibre de la fusée, afin qu'en l'étranglant sur ce manche, le tamponnage puisse être recouvert par cet étranglement qui doit s'y lier et s'y coller avec une ou plusieurs bandes de papier de soie, après qu'on a rogné les bavures de l'étranglement. On roule, en forme de cornet, le carton du chapiteau, sur un moule conique, dont la base a le même diamètre que celui du pot; on le colle, on le rogne suivant la circonférence marquée par la vive-arête de la base du cône, et on l'ajuste sur le cartouche cylindrique du pot.

Avant de l'y fixer et de l'y coller avec une ou plusieurs bandes de papier de soie, on verse dans le pot deux cuillerées de composition, sur lesquelles on introduit les étoiles, serpenteaux, marrons, pluies de feu, etc., et autres artifices de garnitures, dont nous avons donné les compositions, et sur les manipulations desquels nous entrerons dans quelques détails ultérieurs. On remplit les intervalles de la garniture avec du pulvérin et de la roche à feu concassée en très petits morceaux. S'il y a du vide dans le pot, on le remplit avec des chiffons de papier que l'on assure par un fond de papier collé, afin d'empêcher le ballottage de cette garniture qui ne doit jamais excéder le tiers du poids total de la fusée.

On équipe la fusée de la baguette dont nous avons donné la longueur et l'équilibre (p. 231), de manière que le gros bout ne dépasse jamais la base du pot, et on le lie un peu au-dessous; puis on fixe le reste de cette baguette, en la liant d'abord à l'étranglement inférieur de la fusée, et enfin à quelques centimètres plus haut. On dégorge la fusée et on y place une étoupille que l'on fixe avec de la pâte de pulvérin, si l'on ne doit pas mettre de suite le feu à la fusée (*fig.* 9).

Les fusées à la Congrève se tirent à l'aide d'un chevalet ; pour les fusées volantes, il suffit d'un montant vertical garni à son extrémité supérieure d'un fort clou à crochet, et à son extrémité inférieure d'un anneau ouvrant ; la gorge de la fusée se pose sur le clou à crochet, et l'on passe la baguette dans l'anneau ouvrant, afin de la maintenir droite.

Voici d'ailleurs quelques tableaux relatifs à la confection de diverses fusées :

Fusées volantes de réjouissance.

	CARTOUCHE.				BROCHE.						POT.		CHAPITEAU.
NUMÉROS.	Diamètre intérieur.	Diamètre extérieur.	Hauteur du Massif.	Longueur.	Diamètre de la Base.	Diamètre de la Pointe.	Diamètre du Bouton.	Hauteur du Bouton.	Hauteur du Culot.	Longueur.	Diamètre.	Hauteur.	Hauteur.
	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.
1	9	14	12	85	5	2	8	9	23	72	23	41	23
2	14	20	14	124	7	3	13	14	32	108	32	47	32
3	18	27	27	184	9	4	17	18	36	155	41	72	41
4	23	34	32	222	11	5	22	23	36	187	52	77	52
5	27	41	36	272	14	7	26	27	36	232	61	81	61
6	36	54	38	290	18	9	35	32	36	246	81	93	81
7	54	81	47	380	27	14	53	50	54	325	120	108	120

Fusées de signaux.

Nos	Cartouche.				Broche.			Pot.		Chapiteau.
	Diamètre intérieur.	Diamètre extérieur.	Hauteur du Massif.	Longueur.	Diamètre à la base.	Diamètre à la pointe.	Longueur.	Diamètre.	Hauteur.	Hauteur.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
1	27	41	29	155	10	5	122	68	108	70
2	35	53	32	187	15	8	155	»	»	60

Fusées à la Congrève.

Quelques dimensions exprimées en calibre et parties du calibre.

Nos	Broche.			Hauteur du Massif.	Longueur du Cartouche.	Pot et Chapiteau ou Projectile.		Longueur de la Fusée.	Longueur de la Baguette.	Épaisseur du Cartouche métallique.
	Diamètre à la base.	Diamètre à la pointe.	Longueur.			Diamètre.	Hauteur.			
1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	3	1	$4\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ à 3	$5\frac{1}{2}$ à 7	32	$\frac{1}{50}$
2	$\frac{3}{10}$	$\frac{1}{10}$	5	1	7	»	$4\frac{1}{2}$	12	40	$\frac{1}{55}$
3	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	4	$\frac{4}{5}$	5	2	3	10	30	$\frac{1}{40}$

Garniture.

Nous avons donné, page 239 et suivantes, les compositions diverses d'un grand nombre d'artifices de garniture, et il nous reste peu de mots à ajouter sur la manipulation de ceux de ces artifices qui n'exigent pas une composition particulière.

Lardons et serpenteaux. Les serpenteaux sont de petits cartouches façonnés avec une ou deux cartes à jouer, sur une baguette à rouler de 7 millimètres de diamètre; on leur donne ordinairement 8 centimètres de longueur; quand ils sont ébarbés, étranglés et liés, on les range, pour en charger commodément un grand nombre à la fois, debout, l'étranglement en bas, et assez serrés pour qu'ils ne puissent pas ballotter, dans une caisse de 7 à 8 centimètres de profondeur.

On verse dans chaque cartouche, à l'aide d'un entonnoir, d'abord une pincée de son que l'on foule avec la baguette, ensuite une petite mesure de poudre grenée suffisante pour remplir la moitié du cartouche, et l'on complète le chargement avec de la composition de fusée volante que l'on foule forte-

ment avec une baguette massive à charger; on retire alors les cartouches chargés de la caisse; on les ébarbe, on les étrangle et on les lie; puis on dégorge ce dernier étranglement avec un poinçon, et de manière à pouvoir introduire un brin d'étoupille que l'on fixe avec de la pâte d'amorce. Dans le chargement du pot de la fusée, on a soin que le serpenteau soit placé perpendiculairement, l'étoupille en bas.

On varie l'effet des serpenteaux, soit en dégorgeant les deux étranglemens et établissant une communication entre eux par un brin d'étoupille que l'on lie en dehors du cartouche (*fig.* 10), soit en remplaçant la poudre grenée ou la composition de fusée volante par une pluie de feu, des étincelles, des étoiles ou toute autre composition. Les serpenteaux ainsi modifiés sont connus des artificiers sous les noms de *serpenteaux à pirouette*, *à étoiles*, etc., etc.

Les lardons sont de gros serpenteaux, du calibre de 9 à 12 millimètres; on les dégorge avec une petite vrille que l'on fait pénétrer de 12 à 15 millimètres dans la composition; on a soin de ne pas fermer avec l'étoupille ce trou qui, comme celui de la broche des fusées vo-

lantes, est destiné à présenter plus de surface au feu et à donner ainsi au vol irrégulier et brusque des lardons, plus de rapidité qu'à celui des serpenteaux.

Marrons, météores et saucissons. Le marron est un cartouche de forme cubique, rempli de poudre grenée, et recouvert de plusieurs rangs de ficelle enduite de poix. Les marrons que l'on emploie en garniture ont de 2 jusqu'à 5 centimètres de côté; mais il n'y a pas de limite pour les dimensions de ceux qui se tirent séparément; ces dimensions sont subordonnées à l'effet que le marron doit produire. On forme le cartouche avec une carte à jouer ou un carton mince, que l'on replie également de cinq côtés sur le mandrin cubique; on ne replie pas le sixième pour pouvoir retirer le moule : on colle les cinq côtés, on laisse sécher, on remplace le mandrin par de la poudre grenée, puis on ferme le sixième côté que l'on colle et que l'on ficelle. Le ficelage terminé, on pratique au marron, avec un poinçon, un canal de lumière dans lequel on introduit un brin d'étoupille que l'on fixe par de la pâte d'amorce (*fig.* 11).

On ajoute à l'explosion bruyante du marron, en y remplaçant la poudre ordinaire par

la préparation fulminante, n° 5, grenée en poudre de chasse.

Le saucisson est un marron de forme cylindrique; le cartouche est étranglé d'un bout, chargé de poudre grenée, étranglé de l'autre bout, ficelé et amorcé comme un marron.

Le marron luisant est un marron cubique de 3 centimètres de côté, ficelé et amorcé, que l'on revêt de coton bien imbibé de pâte liquide d'étoile, et que l'on roule ensuite sur du pulvérin. On le laisse sécher à l'ombre, et on ne l'emploie qu'en garniture.

Le météore est un gros marron luisant de 6 à 8 centimètres de côté que l'on emploie en garniture de fusée ou de bombe d'artifice. On fait des météores qui pèsent jusqu'à 5 kilogrammes, mais on leur donne alors une forme sphérique, et on les tire dans un mortier.

§. IV.

CONFECTION DE BALLES A FEU, BOULETS A ÉCLAIRER ET BOULETS INCENDIAIRES; BOMBES D'ARTIFICE; POTS A FEU ET MORTIERS EN CARTON PROPRES A LES LANCER; CHANDELLES ROMAINES ET MOSAÏQUES.

Balles à feu, boulets à éclairer et boulets incendiaires.

La balle à feu, le boulet à éclairer et le boulet incendiaire ne diffèrent entre eux que par les matières qui composent les chargemens de leurs sacs de figure ovale, formés de trois bandes de coutil bien cousues ensemble. Le sac est armé à sa partie inférieure d'un culot de fer, et, lorsque sa charge est complète et suffisamment compacte, on le renforce d'un réseau à mailles, fait avec de la forte ficelle.

Après avoir coupé le coutil en bandes elliptiques plus ou moins grandes, suivant les dimensions que l'on veut donner au sac, on enduit ces bandes d'un cirage liquide de cire jaune et de térébenthine; on les assemble par une couture en point à chaînette, en laissant

une ouverture pour introduire le chargement; on abat les coutures et on retourne le sac afin qu'elles s'y trouvent en dedans.

On arme l'ouverture du sac d'un anneau en fer, pour faciliter le chargement; cet anneau a trois pitons qui se posent sur chaque couture, et c'est sur la partie arrondie ou barre de l'anneau que l'on replie et que l'on coud l'étoffe, les pitons restant libres pour suspendre le sac au chevalet triangulaire que l'on emploie à le maintenir pendant son chargement.

On introduit la composition cuillerée à cuillerée; on distribue chacune d'elles dans le sac en le forçant à se dilater et à prendre la forme ovale, et l'on bat chaque cuillerée de composition jusqu'à ce que le tout devienne assez compact pour qu'on puisse frapper sur le sac rempli et ovale sans le déformer.

Voici quelques dosages de la composition combustible dont on remplit le sac:

Autriche.

Antimoine	20	9
Cire jaune	5	»
Poudre à canon	7, de chasse	30

Résine	»	12
Salpêtre impalpable	118	4
Sciure de bois ou bourre combustible.	20	»
Soufre pilé et tamisé	44, en bâton	6
Suif	»	2
Térébenthine	»	1

On rend la sciure de bois ou la bourre combustible en la projetant dans de l'eau salpêtrée en ébullition, et en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle y ait acquis une couleur grisâtre; il faut 1 kilogramme de salpêtre ou bien 2 kilogrammes de poudre avariée pour 2 kilogrammes de sciure ou de bourre.

La poudre en grain s'ajoute à la composition, lorsque les autres matières sont déjà incorporées.

France.

Charbon	3	1	»	»
Colophane	24	6	»	12
Poix noire	»	»	18	»
Poudre	»	»	30	»
Pulvérin	»	»	»	12
Salpêtre	22	14	»	2
Soufre	5	8	»	1
Suif	»	»	1	»

Après avoir achevé le chargement du sac,

on découd l'anneau, et l'on adapte le culot en fer avec un mastic dont voici la composition :

Cire jaune	1
Poix noire	11
Poussière de briques tamisée	3
Résine	5
Térébenthine	5

Pour ficeler le sac et assurer la régularité des mailles, on arrête sur un anneau de fer que l'on place sur la sommité du sac, plusieurs ganses en les espaçant également et de manière que chaque couture du sac corresponde à une ganse maillée, et l'on détermine par des lignes tracées en rouge la direction que doivent suivre les mailles, à mesure que le ficelage avance (*fig.* 12).

On amorce le sac en creusant avec une tarrière, au milieu de l'anneau, un trou de 2 à 3 centimètres de diamètre, et de 5 à 6 centimètres de profondeur, que l'on remplit de composition d'étoupille bien refoulée.

Pour les balles à feu et les boulets incendiaires, on ajoute au chargement de la roche à feu une grenade sous le culot, des canons de pistolet dont les bouches arasent la sur-

face du sac, et qui s'y enfoncent et se chargent après le ficelage.

Nous ne nous sommes un peu étendu sur la confection de ces artifices de guerre, dont l'usage devient moins fréquent de jour en jour, et qui sont remplacés avec avantage par les fusées à la Congrève, que parce qu'elle présente quelques détails de manipulation applicables aux artifices du même genre que l'on emploie dans les réjouissances.

Bombes d'artifice, pots à feu et mortiers en carton propres à les lancer.

La garniture de la bombe d'artifice est analogue à celle du pot de la fusée volante, et contenue, soit dans un sac plutôt sphérique qu'ovoïde, et formé de cinq bandes de coutil, soit dans une boîte sphérique tournée avec du bois léger et faite de deux pièces hémisphériques à recouvrement : l'une de ces pièces a d'épaisseur le douzième de son diamètre, et l'autre, que l'on perce pour recevoir la fusée, n'a d'épaisseur que le quinzième de ce même diamètre (*fig.* 13).

Lorsque la bombe est chargée et que les

intervalles des pièces de garniture sont convenablement remplies de pulvérin que l'on introduit par le trou destiné au passage de la fusée ou œil de la bombe, on ajuste la fusée et on la fixe solidement avec de la colle-forte; cette fusée doit être en tout semblable à celle des projectiles creux, et son extrémité coupée en sifflet doit arriver au moins au milieu de la charge; on recouvre ensuite la bombe de forte toile imprégnée de bonne colle-forte, ou d'un réseau de ficelle à mailles serrées; on colle sur le tout une enveloppe de papier de soie, et on laisse sécher à l'ombre. On dégorge la fusée, et on y introduit une étoupille que l'on fixe avec de la pâte d'amorce. Le calibre des bombes d'artifice varie de 1 à 3 décimètres; il doit être plus faible que celui du mortier de 2 à 3 millimètres; et lorsqu'on n'a pas de mortiers en bronze pour les lancer, on y supplée par des mortiers en carton et en coutil, ou bien en carton et en feuilles de cuivre laminé qui se confectionnent de la manière suivante :

On prend cinq cartons formés chacun de cinq feuilles de papier, et entre ces cartons on insère, pour les réunir, trois toiles de coutil fort

et serré, bien imbibé de très bonne colle-forte très chaude. On passe ce carton très épais au laminoir, et, avant qu'il ne soit entièrement sec, on le façonne sur un rouleau avec la varlope, et en le collant comme un cartouche de fusée volante, en un mortier cylindrique qu'on n'enlève de dessus le rouleau que lorsqu'il est entièrement sec. On lui donne d'épaisseur depuis un quart jusqu'à un tiers du calibre, et de hauteur deux calibres au moins. On adapte alors à ce mortier, en l'y faisant entrer avec force, et l'y retenant par de bonne colle et une double rangée de clous, un culot de bois creusé d'une chambre conique doublée en cuivre, ainsi que le canal de lumière qui se trouve à son extrémité inférieure, et qui doit recevoir l'étoupille. La chambre conique doit pouvoir contenir depuis 6 jusqu'à 30 décagrammes de poudre, charges nécessaires pour lancer à une hauteur convenable les bombes d'artifice du calibre de 1 jusqu'à 3 décimètres, et qui pèsent de 2 jusqu'à 5 kilogrammes.

Le cartouche en carton suffit pour les mortiers du calibre de 1 à 2 décimètres ; pour ceux du calibre de 3 décimètres, on remplace le coutil par quatre feuilles de cuivre la-

miné, dont la première, qui doit revêtir l'intérieur du cartouche, a 2 millimètres, et les autres seulement 1 millimètre d'épaisseur, et on fixe les révolutions du cartouche sur le rouleau, par une double rangée de clous.

Les pots à feu ne diffèrent des bombes que par leur petitesse et le cartouche cylindrique qui les contient ; ils se lancent de même dans des mortiers de carton analogues à ceux que nous venons de décrire, et l'on dispose ordinairement ces petits mortiers par rangées, pour tirer les pots en salve et en croiser les feux.

Chandelles romaines et mosaïques.

Le cartouche de la chandelle romaine se fait avec du carton de trois feuilles, et se moule à sec sur un rouleau de 1 à 2 centimètres de diamètre sur 3 à 4 décimètres de longueur. On l'étrangle, on le lie et on le charge d'abord d'une cuillerée de composition de fusée volante, et ensuite d'une pincée de poudre de chasse et d'une étoile que l'on tasse légèrement pour ne pas la briser. On dégorge l'étranglement, on place l'étoupille, et quand le feu se communique, l'explosion de chacune des

charges de poudre détermine l'ascension d'une étoile.

On a donné le nom de *mosaïques* à des chandelles romaines que l'on dispose en quadrille (*fig.* 14), et dans lesquelles on remplace l'étoile moulée par une composition de pluie de feu, mise en pâte et moulée comme l'étoile, et du même calibre que le cartouche.

§. V.

CONFECTION DE MUNITIONS POUR ARMES A FEU PORTATIVES ET POUR BOUCHES A FEU DE BATAILLE; TOURTEAUX ET FASCINES GOUDRONNÉS; TORCHES OU FLAMBEAUX; GLOBES FUMANS; PÉTARDS ET AUTRES ARTIFICES DE GUERRE MAINTENANT INUSITÉS.

Cartouches pour armes à feu portatives.

Un cartouche de papier, renfermant de la poudre en grains et une balle de plomb, compose le cartouche à fusil et à pistolet.

Nous avons déjà dit que le papier aluné et satiné nous semblait, sous tous les rapports, le papier le plus convenable à la confection de ce cartouche. Les dimensions les plus com-

modes de ce papier sont 35 centimètres de longueur sur 43 centimètres de largeur, pour une feuille développée. On coupe cette feuille en trois bandes sur sa largeur, et dans le sens de sa longueur ; chaque bande fournit deux réctangles ; chaque rectangle deux trapèzes, et l'on a ainsi douze cartouches dans une feuille de papier ; car chaque trapèze, ayant 14 centimètres de hauteur, 6 centimètres à son petit côté, et 11 centimètres à son grand côté, suffit pour un cartouche. On le façonne, sans le coller, sur une baguette à rouler, dont l'extrémité creusée reçoit la balle, et la loge dans le cartouche pendant qu'il se forme ; le papier dépasse la balle de 6 à 8 millimètres ; on replie cet excédant, et on assure les plis sur la balle, en les pressant solidement, ou, ce qui vaut mieux, en les collant. Il faut que l'on puisse frapper le cartouche, en le saisissant par l'extrémité opposée à la balle, lorsque la baguette est retirée, sans que la balle puisse s'échapper.

On verse, à l'aide d'un entonnoir, la poudre sur la balle, on l'y tasse doucement ; et pour fermer le cartouche, on le plie immédiatement au-dessus de la poudre, de manière que ce

pli ramène le papier parallèlement au niveau de la poudre, ce qui donne au papier excédant la forme d'un triangle, et on replie de nouveau le papier, de manière que le plus grand côté de ce triangle devienne parallèle au corps du cartouche. On s'assure de la justesse des cartouches en les faisant passer dans un bout de canon de fusil du calibre auquel elles sont destinées ; puis on en fait des paquets de quinze ou de dix, en opposant alternativement le côté des balles, et en les enveloppant d'une feuille de papier qu'on replie des deux bouts, et qu'on lie avec de la ficelle passée en croix sur le milieu de la hauteur et de la largeur.

Dix ouvriers peuvent, en dix heures, confectionner de six jusqu'à dix mille cartouches, le papier étant coupé à l'avance ; six de ces ouvriers roulent les cartouches, deux les remplissent, et deux font les paquets.

La différence entre le calibre des cartouches et celui des fusils, le poids de la poudre et celui de la balle varient chez les différentes puissances de l'Europe ; mais le plus ordinairement cette différence, que l'on nomme le *vent*, est le douzième ou le onzième du calibre

de l'arme à feu, et le poids de la poudre d'un cartouche qui contient à la fois et la charge et l'amorce, est le double de la balle.

Actuellement en France :

La poudre de 80 cartouches pèse	1 kil.
80 balles de plomb de *id*.....	2 kil.
Le calibre de fusil est de......	174 dix mil.
Le calibre de la cartouche est de	159
La différence ou le vent, le $\frac{1}{11}$ du calibre de fusil	15

Et lorsque les armes à chien percutant seront adoptées, ce qui ne peut manquer d'arriver tôt ou tard, en raison de leur immense supériorité sur les armes à silex, 1 kil. de poudre suffira pour 110 cartouches dont les balles pèseront $1^{k},50$; le vent pourra se réduire à 1 millimètre, et l'on obtiendra plus de portée et de justesse dans le tir du fusil du même calibre.

Cartouches à boulet, et à balles de fer battu.

Le cartouche à boulet se compose de la réunion du sachet de serge qui contient la poudre, avec le boulet en fonte de fer et le sabot cylindrique, en bois léger d'aune ou de

peuplier, à rainure en dehors, et creusé en dedans, qui sert à loger le boulet.

On coupe la serge sur un patron de calibre; le sachet est ensuite cousu par un point à chaînette, en échancrant l'étoffe pour en arrondir le fond; on commence la couture par cette partie arrondie, et on la continue jusqu'à 1 décimètre environ de l'ouverture, afin d'avoir toute facilité pour envelopper le sabot. On abat la couture, on retourne le sachet, et on le chausse, la couture en dedans, sur un mandrin cylindrique, qui doit y entrer avec effort pour assurer la justesse du calibre. On retire le mandrin, et, à l'aide d'un entonnoir, on introduit la poudre dans le sachet; on l'y tasse fortement, en empoignant le sachet d'une main par son ouverture, tandis que du plat de l'autre main on frappe tout autour, principalement vers le fond et sur la couture, jusqu'à ce que la poudre et le sachet forment un tout également compact, et d'une dureté suffisante.

On fixe le boulet au sabot par deux bandelettes de fer-blanc qui se croisent sur le boulet et dont les bouts sont cloués sur le sabot; on introduit le sabot garni de son bou-

let par l'ouverture du sachet jusqu'à ce qu'il soit placé bien d'aplomb sur la poudre; on serre l'étoffe sur ce sabot, et c'est sur sa rainure qu'on étrangle et qu'on lie le sachet par un nœud d'artificier, assuré par un second tour de ficelle et un nœud droit.

Lorsque la cartouche à boulet est ainsi terminée, on la fait passer à la lunette de vérification pour s'assurer de l'exactitude de son calibre.

Les cartouches à boulet ne servent habituellement que pour les canons de bataille; pour les canons de siége et de place, le boulet est séparé du sachet en serge ou en papier qui contient la poudre et qui prend alors le nom de *gargousse*.

Le poids de la poudre d'une charge de guerre est ordinairement le tiers du poids du boulet.

La cartouche à balles, ou cartouche à mitraille, que l'on emploie dans les canons et dans les obusiers de bataille, se compose de la réunion du sachet de serge qui contient la poudre avec la boîte en fer-blanc dans laquelle sont rangées les balles de fer battu.

La boîte cylindrique en fer-blanc est fermée à l'une de ses extrémités par un culot en fer, sur lequel le fer-blanc est replié; on y range

les balles par couche, en remplissant les intervalles de sciure de bois bien sèche, et en les affermissant, autant que possible, pour empêcher toute espèce de ballottement. On ferme la boîte par un couvercle épais de tôle de fer garni d'un anneau, qui s'appuie sur la dernière rangée de balles; l'on fixe ce couvercle en rabattant le bord supérieur du fer-blanc entaillé à cet effet.

La boîte à balles peut s'ensaboter comme le boulet et se fixe de même au sachet qui renferme la charge.

Tourteaux et fascines goudronnées; torches ou flambeaux.

Le tourteau est une couronne de 3 à 4 mètres de vieille mèche, et la fascine un fagot de sarment de 8 à 10 centimètres d'épaisseur et de 3 à 4 décimètres de longueur, que l'on goudronne en les trempant à chaud dans une des compositions suivantes :

Antimoine.....	»	1	»	»	»	»	3...1
Camphre.......	»	»	4	»	»	»	»...»
Cire............	»	»	12	2	»	»	»...»
Colophane.....	»	»	»	8	»	12	4...»
Huile de lin....	»	1	»	»	»	1	16...»

Poix	»	6	4	4	3	24	12	6
Pulvérin	7	»	»	»	»	»	»
Résine	16	9	8	»	3	»	9
Salpêtre	12	»	»	16	»	»	3	»
Soufre	»	1	»	32	»	»	3	»
Suif	»	5	»	»	»	4	8	1
Térébenthine	6	»	2	4	1	1	»	1

La torche se fait avec de la vieille mèche que l'on lie avec de la ficelle de manière à en former un rouleau de 1 jusqu'à 3 mètres de longueur, et de 4 jusqu'à 6 centimètres de diamètre ; on le trempe dans l'une des compositions précédentes.

On nomme encore *torche* ou *flambeau* un petit cartouche de 3 à 4 centimètres de diamètre, et que l'on charge comme une lance à feu, de l'une des compositions suivantes :

Antimoine	2	2	1
Résine	3	1	2
Salpêtre	6	8	7
Soufre	4	2	1
Térébenthine	»	2	4

Ce flambeau continue à brûler malgré son immersion dans l'eau ; il s'en consume environ un décimètre par quart d'heure.

Globes fumans, pétards et autres artifices de guerre, maintenant inusités.

Le globe fumant qui brûle avec une fumée épaisse et suffocante est une pelote d'étoupes dans laquelle on fourre quelques débris d'étoupille ou de mèche soufrée, et que l'on trempe à chaud dans une des compositions suivantes :

Charbon de terre pilé..	3..	»..	4
Poix..................	4..	18..	2
Pulvérin..............	10..	»..	12
Salpêtre...............	2..	2..	2
Soufre................	»..	2..	1
Suif...................	1..	3..	1
Térébenthine..........	»..	3..	1

Le pétard est une cloche fixée sur un plateau doublé de peau de mouton et serré par quatre vis; on chargeait cette cloche de matières incendiaires et de la poudre nécessaire pour la faire éclater; elle était garnie d'une fusée de composition lente. On remplace depuis long-temps le pétard par une bombe chargée, que l'on suspend à un tire-fond à l'aide d'un cordage passé dans ses anses.

Le baril foudroyant, les chevaux de frise

foudroyans, etc., qui ne sont plus en usage, étaient des barils et des machines de bois remplies de grenades et de matières incendiaires. On avait donné autrefois des noms très variés à une foule d'artifices de guerre de ce genre plus ou moins compliqués et qui ont été remplacés successivement par des machines simples, d'un emploi plus facile et d'une aussi grande énergie. Nous n'insisterons pas davantage à ce sujet, car les détails que nous venons de donner sur la manipulation de plusieurs pièces d'artifice de genres différens, nous semblent devoir suffire à l'artificier pour le mettre à même de créer sur-le-champ, à l'aide de préparations fulminantes plus ou moins énergiques, les machines d'artifice le mieux appropriées aux besoins variables qui naissent journellement des chances de la guerre.

§. VI.

DISPOSITION DES PIÈCES D'ARTIFICE.

L'effet général d'un feu d'artifice dépend naturellement de la disposition particulière des pièces qui le composent, et c'est dans cet arrangement que se manifeste surtout le goût

de l'artificier. Indépendamment de l'ensemble, de la décoration qui doit toujours répondre aux intentions de l'ordonnateur en chef de la fête, chacune des pièces principales exige, lorsqu'elle est fixe, une charpente à la fois solide et légère; et, lorsqu'elle est mobile, un mécanisme dont l'exécution ne peut être habilement dirigée que par un artificier industrieux et expérimenté. Quoiqu'il n'existe pas et qu'il ne puisse pas exister effectivement de règles bien fixes à cet égard, nous allons faire connaître les dispositions les plus habituelles de quelques pièces d'artifice d'un mécanisme simple, et qui peuvent être regardées en quelque sorte comme les élémens des pièces du mécanisme le plus compliqué.

Batteries et galeries de feu; étoiles et soleils fixes; cascades, ifs, palmiers et parasols.

Batteries et galeries de feu. On nomme *batterie*, dans un feu d'artifice, la disposition régulière et ordinairement en ligne droite, de plusieurs pièces qui partent simultanément et qui s'élèvent d'elles-mêmes dans l'air, comme la fusée volante, ou bien qui s'y trouvent lan-

cées à une hauteur plus ou moins grande, par une *chasse* ou explosion calculée d'une certaine quantité de poudre, comme la bombe d'artifice.

On forme des batteries simples ou croisées de fusées volantes, de chandelles romaines, de mosaïques, de bombes, de pots à feu, de météores, etc. (*fig.* 15).

La batterie de fusées volantes, qu'on appelle *girande* ou *bouquet,* consiste dans la réunion d'un grand nombre de fusées volantes dont les baguettes passent à travers le faîtage d'un petit toit en planches, supporté par quatre montans verticaux; les trous dans lesquels s'engagent les baguettes, sont percés dans le faîtage, et espacés entre eux de 4 à 5 centimètres (*fig.* 16).

Les batteries de chandelles romaines ou mosaïques, et de pots à feu, sont de longues tringles (*fig.* 17), plus ou moins fortes, sur lesquelles on dispose les artifices en les espaçant de 6 à 8 décimètres environ. Le feu se communique rapidement dans toute la batterie, soit par une étoupille recouverte de papier de soie, soit par un porte-feu ou longue fusée d'amorce, chargée de la composition des

lances, qui règne tout le long de la tringle, et qui lie les unes aux autres toutes les pièces de la batterie.

La galerie de feu est une longue tringle garnie de jets de feu ordinaire, qui, communiquant tous ensemble, s'allument simultanément.

Étoiles et soleils fixes. Sur un rond de planche auquel on donne 3 ou 4 décimètres de diamètre, et que l'on divise en cinq parties égales, on cloue cinq tringles d'un mètre environ de longueur chacune; à l'extrémité de chaque tringle on fixe un ou plusieurs jets de feu brillant que l'on fait communiquer ensemble par des pots à feu qui aboutissent au centre commun.

C'est ainsi que s'établit la pièce nommée ordinairement grande étoile fixe, et suivant le nombre des tringles, leur longueur et la disposition des jets, cette dénomination varie, et la pièce s'appelle *patte-d'oie* (*fig.* 18), *éventail* (*fig.* 19), *soleil fixe*, etc. (*fig.* 20).

Cascades, ifs, palmiers et parasols. Le nom seul de ces pièces (*fig.* 21, 22) indique leur configuration apparente qui s'établit toujours à l'aide de montans et de tringles chargées de

jets de feu diversement inclinés et de toute espèce liés par un pot à feu commun. Les jets de feu pour cascades se chargent alternativement de feux chinois, et de pluie d'or ou d'argent; Ceux pour ifs et palmiers, de feu ordinaire blanc ou brillant, et ceux de parasols, de toute espèce de feux brillans et colorés.

Globes et surprises ; découpures et transparens.

Globes et surprises. On façonne, avec des cerceaux minces et légers, une hémisphère de 6 à 8 décimètres de rayon, et l'on donne 4 à 5 centimètres de moins aux rayons d'un globe sphérique que l'on façonne de même, et qui doit pouvoir se loger à l'aise, et se mouvoir très librement dans l'hémisphère. On ajuste le globe dans l'hémisphère en les enfilant tous deux sur un même pivot, de telle sorte que l'un puisse être mobile suivant son axe vertical, et l'autre suivant son axe horizontal (*fig.* 23). On garnit les cerceaux de lances d'illumination ou de mèches colorées, et l'on dispose quelques jets en feu blanc sur le cercle horizontal de l'hémisphère et sur le cercle correspondant du globe, pour leur imprimer à tous deux leur mouvement de rotation.

En réunissant sur une charnière de fer à quatre compartimens, et à pivot vertical, quatre zones de carton semblables aux bandes du sac d'une balle à feu, et qui ne forment un globe sphérique qu'autant qu'elles sont arrêtées ensemble à la sommité du pivot, par une forte étoupille, ces zones retombent dès que l'étoupille est brûlée; le globe disparaît et laisse apercevoir le transparent, la découpure ou toute autre surprise que l'on y avait renfermée et fixée au pivot (*fig.* 24). Le globe à surprise se garnit de lances et de quelques jets qui lui donnent le mouvement de rotation; et l'éclairage de la surprise ne prend feu qu'au moment où le globe s'ouvre.

Découpures et transparens. On trace sur un carton recouvert de papier uni le dessin que l'on juge convenable; on le découpe, soit à l'emporte-pièce, soit avec des ciseaux, ou bien on l'applique sur une toile fine tendue et noircie, et on ajuste ensuite le tout sur les châssis ou sur la légère façade en charpente, à la décoration desquels on l'a destiné.

On emploie quelquefois, au lieu de dessin en découpures, des peintures faites avec des couleurs à la térébenthine et au vernis, sur

papier huilé, sur taffetas ou sur toute autre étoffe claire et transparente, et l'on modifie l'effet de ces transparens en interposant une feuille mince de papier de couleur très vive, entre la peinture et l'illumination qui l'éclaire.

Ailes ou feux croisés, caducées et spirales; caprices, girandoles et feux guillochés; soleils tournans et rouages pyriques.

Ailes ou feux croisés, caducées et spirales. On prend deux tringles minces, de bois léger, et de 2 à 3 mètres de longueur; on pratique un trou dans le milieu de chacune de ces ailes, afin de les enfiler toutes deux sur un axe horizontal et cylindrique très court, dont le renflement carré les sépare assez pour qu'elles puissent tourner à l'aise et séparément. On les garnit en échelle à chaque bout, avec des jets brillans, des lances d'illumination, des mèches colorées, etc., de manière que le feu de ces jets dure autant que celui des lances et fasse tourner les ailes en sens inverse l'une de l'autre (*fig.* 25).

En ajoutant à chacune des ailes deux cerceaux elliptiques garnis de jets en feu chinois, et de lances colorées, ces cerceaux, en tour-

nant avec les ailes, forment un caducée et diverses autres figures.

La spirale s'obtient à l'aide de l'assemblage suivant : On choisit deux cerceaux à tamis et tels que le diamètre du plus petit soit environ le tiers du diamètre du plus grand ; on les renforce chacun de deux tringles croisées à angle droit suivant 2 diamètres ; une broche, qui passe à travers le centre du premier cerceau, se loge à crapaudine dans le centre du second, et l'on réunit les deux cerceaux par trois tringles très minces qui forment un cône; c'est sur ce cône que l'on cloue, en spirale, le bois mince et léger de quelques cerceaux (*fig.* 26), et l'on garnit la spirale de lances brillantes et de mèches colorées ; quelques jets placés sur le grand cerceau, donnent le mouvement à l'assemblage.

Caprices, girandoles et feux guillochés. On prend un étui en bois de 2 à 3 décimètres de longueur, creusé d'un trou d'environ 1 centimètre de diamètre, qui va jusqu'à 5 ou 6 millimètres de l'un de ses bouts ; l'étui est renflé extérieurement en bourrelet à chacune de ses extrémités, et chaque bourrelet ou moyeu est percé de trois trous également espacés,

dans lesquels se placent des rais de 8 à 9 centimètres de longueur; on enfile cet étui sur un pivot auquel le bout non creusé sert de crapaudine, et on garnit la tête et les rais de l'assemblage de jets verticaux et horizontaux, et inclinés en divers sens, qui, pendant le mouvement de la machine, forment des figures très variées, et auxquelles cette pièce a dû sans doute le nom de *caprice* (*fig.* 27). On peut varier les caprices, girandoles, feux guillochés, etc., etc., jusqu'à l'infini, soit en changeant leurs dimensions et leurs garnitures, soit en substituant aux rais des rondelles en bois sur lesquelles on établit des pots à feu, soit en remplaçant l'étui par une suite de moyeux qui, enfilés sur le même pivot et séparés par des taquets fixés seulement par des étoupilles, peuvent tourner d'abord en sens inverse tant que le taquet est soutenu par les étoupilles, et qui tombent successivement à mesure que les étoupilles se consument. Si l'on remplace l'étui par une corde sur laquelle se meut l'ensemble de trois jets dont les ouvertures sont disposées en sens inverse, ce caprice alors se nomme *courantin* (*fig.* 28).

Soleils tournans et rouages pyriques. Le soleil tournant se monte sur un moyeu cylindrique en bois, garni de deux plaques de cuivre, pour recevoir l'axe horizontal en fer autour duquel doit avoir lieu le mouvement de rotation ; sur ce moyeu se placent des rais que l'on réunit par une bande en cerceaux, et le tout présente le même assemblage que celui d'une roue de voiture ; on dispose plusieurs cerceaux concentriques à la bande extérieure, sur toute la longueur des rais ; on les garnit de jets diversement colorés que l'on place en sens inverse sur chacun des cerceaux, afin de changer le mouvement de rotation à chaque reprise ; ordinairement la bande extérieure se garnit en feu brillant, les autres en feux de couleur et pluies de feu, et on lie tous ces feux par des porte-feux de communication (*fig.* 29). On fait des soleils tournans depuis 1 décimètre jusqu'à 5 à 6 mètres de diamètre, et la roue d'assemblage se modifie suivant ces dimensions ; le fil de fer et le carton suffisent pour les plus petites.

On appelle ordinairement *rouages pyriques* des roues de 1 à 2 mètres de diamètre environ, montées avec des rais en bois léger, bandées

d'un large cerceau, sur un moyeu de bois dur, et chargées de garnitures d'artifice qui leur donnent un mouvement de rotation plus ou moins rapide : on les ajuste séparément, ou bien à engrenage.

Communication du feu d'une pièce d'artifice à une autre ; illumination subite.

Le meilleur porte-feu de communication est une étoupille enveloppée d'un papier fin satiné et très aluné : pour les pièces fixes, la disposition des porte-feux de communication ne présente aucune espèce de difficulté; mais quand il s'agit de communiquer le feu d'une pièce fixe à une pièce mobile, et réciproquement, le placement des porte-feux exige un peu plus de soins et d'adresse. Il faut pratiquer alors, à chaque bout du moyeu de la pièce mobile, une rainure extérieure dans laquelle puisse se loger le porte-feu ou l'étoupille de communication, et creuser un ou deux rais dans l'intérieur desquels on puisse le diriger ensuite. On dispose alors sur la pièce fixe un jet dont la lumière communique le feu à l'étoupille logée dans la rainure du moyeu, et la tête de

l'un des jets de la pièce mobile allume le porte-feu de la pièce suivante.

Illumination subite. On prépare une mèche soufrée de la longueur de 2 à 3 centimètres ; on la plie en deux, et on l'implante dans le milieu de la mèche ordinaire du lampion, en traversant la ganse de la mèche soufrée par un porte-feu de communication qui se lie ensuite à volonté à tel autre porte-feu que l'on juge convenable.

Dispositions générales du tir d'un feu d'artifice.

C'est au choix d'un emplacement convenable que l'artificier doit donner ses premiers soins ; il s'assure d'avance, par quelques essais, des points sur lesquels la chute des baguettes des fusées volantes et des autres débris des feux qui s'élèvent dans l'air, doit avoir lieu, suivant telle ou telle direction du vent, et il réserve sur ces points un espace libre suffisant pour prévenir toute espèce d'accidens. Les baguettes de fusées volantes de forte dimension peuvent blesser grièvement et même tuer les hommes et les animaux sur lesquels elles tombent d'une hauteur prodigieuse. Les débris de serpenteaux, pluies de feu et autres arti-

fices de garnitures, qui ne se consument presque jamais en totalité dans l'air, peuvent occasionner de terribles incendies, quand ces débris enflammés retombent sur des habitations ou sur des amas de matières combustibles. Lorsque les localités ne permettent pas à l'artificier de disposer à sa volonté d'un vaste terrain, il doit redoubler de précautions, et c'est alors qu'il a besoin de calculer l'inclinaison des angles de tir de ses feux d'air, pour assurer la chute des baguettes et des débris enflammés sur les points où elle sera sans aucun danger. Il peut, dans ce cas, remplacer avec avantage, dans les artifices de garniture, le pulvérin par la préparation fulminante (N° 5), qui détermine une combustion plus rapide; et c'est le moyen le plus sûr pour diminuer, autant que possible, les chances d'incendies occasionnés par la chute des matières enflammées.

Après avoir pris ces précautions indispensables, l'artificier s'occupe de l'effet d'ensemble et de la charpente générale d'assemblage; cette charpente ne saurait être trop élevée, si l'on veut que les spectateurs, quelque nombreux qu'ils soient, puissent jouir également de la

vue des pièces d'artifice tant fixes que mobiles, qui ne s'élèvent dans l'air ni par elles-mêmes ni par des chasses, et que pour cette raison on appelle les *feux bas*.

La charpente particulière des pièces qui ne font qu'accidentellement partie de la décoration générale doit s'établir sur roulettes, afin de remplacer le plus promptement possible ces pièces par celles qui doivent leur succéder.

Lorsque le feu d'artifice est dressé, après s'être assuré d'abord qu'aucun des axes qui servent au mouvement des pièces mobiles n'est faussé, et que les crapaudines et moyeux bien savonnés ne gêneront en rien la rapidité de la rotation, l'artificier visite soigneusement tous les porte-feux de communication, et fait renouveler sur-le-champ tous ceux qui, ayant éprouvé quelque avarie, soit dans le montage des pièces, soit dans leur transport de l'atelier sur le terrain, ne lui offrent pas la certitude d'une réussite complète. Quelque satisfaisant que soit d'ailleurs l'état des porte-feux, il faut disposer à portée de toutes les pièces, plusieurs porte-lances garnis de bonnes lances de service, pour suppléer, en cas de besoin, aux porte-feux qui viendraient à manquer, et il

place, à cet effet, quelques ouvriers intelligens, de service auprès des pièces et des communications principales.

Quant aux feux d'artifice qui se tirent sur l'eau, les pièces sont placées sur des flotteurs garnis d'un lest convenable pour assurer leur position, et l'on ne doit employer, autant que possible, dans ces pièces d'artifice, que des compositions très vives qui ne s'éteignent jamais par leur immersion dans l'eau. Il faut en outre recouvrir de papier aluné et satiné le cartonnage de toutes les pièces, et même les revêtir d'un enduit gras, ou mieux d'une couche de bitume, afin de les rendre impénétrables à l'eau. Il faut prendre également ces précautions lorsque les pièces d'artifice doivent être expédiées à de grandes distances, ou bien lorsque l'on a à redouter l'intempérie des saisons.

OUVRAGES RELATIFS A LA PYROTECHNIE, PUBLIÉS PAR DIVERS AUTEURS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

FRANÇAIS.

Essai sur les Feux d'artifice pour le spectacle et pour la guerre, par P. D. O. (Perrinet d'Orval). 1745, 1750.

Manuel de l'Artificier. *Paris*, 1757.

Recueil de Mémoires et d'Observations sur la formation et la fabrication du salpêtre, par les commissaires nommés par l'Académie. 1776.

Instruction sur l'établissement des Nitrières. 1777.

L'art de composer et de faire les Fusées volantes et non volantes, Pluies de feu, etc. 1780.

Expériences sur le Salpêtre. 1783.

Aide-Mémoire à l'usage des officiers d'artillerie, par le général Gassendi. *Paris*, 1788, 1819.

Programme sur les Poudres et Salpêtres. 1794.

Instruction pour connaître la qualité du salpêtre fourni par les entrepreneurs. *Paris*, 1796.

Traité du Salpêtre, de son extraction, de son emploi dans la fabrication de la poudre, et l'Art d'extraire les matières résineuses du pin. 1797.

Manuel du Commissaire des poudres. 1800.

Manière de préparer le charbon pour la poudre. 1800.

Notice des Fusées à la Congrève. 1814.

Conjectures sur le Feu, par le colonel d'artillerie Baudreville. 1812.

L'Art de faire à peu de frais les Feux d'artifice. *Paris*, 1820.

Traité d'Artifices de guerre, tant pour l'attaque et la défense des places que pour le service de campagne; par Bigot. 1809.

Artifices pour l'attaque et la défense, par Boilot. *Chaumont*, 1598.

Traité de la fabrication de la Poudre à canon, par Bottée et Riffault. *Paris*, 1811.

Mémoires sur la Poudre à tirer et sur les Réactions foudroyantes, par Brianchon, capitaine d'artillerie. *Paris*, 1825.

Essai sur les effets de la Poudre dans les armes à feu et dans les mines, par Cazaux, chef de bataillon d'artillerie. *Paris*, 1818.

Mémoire sur la formation du Salpêtre, et sur

les moyens d'augmenter en France la formation de ce sel. 1779.

Dictionnaire d'Artillerie, par le général Cotty. *Paris*, 1822.

Traité élémentaire d'Artillerie de Decker, traduit par Nancy et Ravicchio. *Paris*, 1825.

Recherches physiques et chimiques sur la Poudre à canon, par Cossigny. 1807 (avec un supplément) 1808.

Traduction de l'Examen de la Poudre d'Antoni, par Flavigny. 1793.

Traité des Feux d'artifice, par Frezier. 1741 1747.

De la Machine infernale maritime, ou de la Tactique offensive et des Feux de la torpille. Description de cette Machine, par Fulton, traduction par Nunès de Taboada. *Paris*, 1812.

Fortifications, Feux d'artifice, par Furtemboch. 1627.

L'Art de la composition des Feux d'artifice, par Gennovici. 1748.

Pyrotechnie par Hanzelet. *Pont-à-Mousson*, 1630.

Traité de Pyrotechnie et de Balistique, par Izzo. *Vienne*, 1766.

Recherches sur les meilleurs effets à obtenir dans l'Artillerie, par le général d'artillerie comte de Lamartillière. *Paris,* 1811—1818.

Traité de Fortification et des Feux d'artifice, par Malte. *Paris,* 1629.

Essai sur l'influence de la Poudre à canon, par Mauvillon. 1788.

Traité des Fusées de guerre, nommées autrefois *rochettes*, et maintenant *fusées à la Congrève ;* par Montgéry. *Paris,* 1825.

Traité des Feux d'artifice pour les spectacles et pour la guerre, par Morel. *Paris,* 1800 —1818.

Fortifications et Artifices, par Perret.

Mémoire sur la formation du Salpêtre, par Pietsche. *Berlin,* 1749.

Mémoires sur la Poudre, par Proust, membre de l'Académie des Sciences de Paris. 1812.

Traité de Pyrotechnie militaire, comprenant tous les artifices de guerre en usage en Autriche ; par Ravicchio de Peretsdorf. *Paris,* 1824.

Pyrotechnie militaire, ou Traité complet des Feux de guerre et des Bouches à feu ; par Ruggieri.

Expériences sur la force de la Poudre à canon, par le comte de Rumford. 1800.

Le grand Art de l'Artillerie, par Casimir Siemenovicz, traduit par Noizet. 1651.

Pyrotechnie, par Starkley. 1711.

Mémoire sur la meilleure manière d'extraire et de raffiner le Salpêtre, par Tronçon du Coudray. *Upsal*, 1774.

Essai sur les Poudres fulminantes, sur leur emploi dans les fusils de chasse et dans les armes portatives de guerre; par A. D. Vergnaud, capitaine au 2e régiment d'artillerie à cheval. *Paris*, 1824.

Dissertation sur l'invention de la Poudre et des Mortiers, par Valtogalt. 1710.

Instruction sur la combustion des Végétaux, la fabrication du Salin, de la Cendre gravelée, etc.; par Vauquelin et Trusson. *Tours*, 1794.

ALLEMANDS.

Artifices de joie et de guerre, par Augustin. 1680.

Artillerie et Artifices, par Brechtel. *Nuremberg*, 1591.

Instruction complète sur l'Artillerie et sur les Artifices, par Bunacus. 1779.

Artifices et Machines, par Clavius. 1603.

Almanach où l'on trouve la description détaillée des nitrières prussiennes, par Efingten. 1785.

Des Armes et Feux d'artifice, par Fronsberg. *Nuremberg*, 1557.

OEuvres chimiques de Glauber. 1658.

Théorie transcendante de la Pyrotechnie, par Harsch. *Vienne*, 1798.

Dissertation sur les Artifices de guerre, par Kobel. 1619.

Nouvelle expérience très remarquable pour découvrir la force de la Poudre et la quantité d'air qu'elle renferme, par Maffey. 1800.

Artillerie et Artifices, par Manus. *Dantzick*, 1598.

Leçons publiques sur quatre objets chimiques : le salpêtre, le soufre, l'antimoine, le fer; par Neumann. 1732.

Expériences sur l'explosion de la poudre à canon dans différens gaz, par Pfaff. 1814.

Dissertation sur l'art de l'Armurier, avec un laboratoire d'artifice, par Schreiber. 1656.

Artifices et Introduction à l'artillerie, par Schreiber. 1657.

Dissertation chimique sur le salpêtre, par Selig. 1774.

Le Salpêtrier et l'Artificier, par Sincerus. 1710.

Essai sur les fabriques des armes à feu, de la poudre à canon et de chasse; par Timacus. 1792.

Mémoire sur le salpêtre, Théorie et pratique complète du salpêtre; par Weber. 1779.

ANGLAIS.

Account of the origine and progress of the Rocket system. London, 1815.

L'Arsenal et le Magasin d'artillerie, par Avelourt. 1610....1623.

Pyrotechnie, par Babington. 1635.

Mémoire sur l'exploitation du salpêtre, publié par ordre de la Société de Virginie et d'Angleterre; par Brow. 1764.

Traité des armes, machines de guerre, artifices; par Gaya. 1675.

Expériences sur l'inflammation de la poudre, Trésor de nouveautés curieuses; par Haukbée. 1754.

ESPAGNOLS ET ITALIENS.

Pyrotechnia, par Alberti. *Venise*, 1749.

Esame della polvere di P. d'Antoni. 1765.

Pyrotechnie où l'on parle de la fusion des métaux, par Biringuccio. 1540.

La couronne et la palme militaire de l'artillerie, par Capo-Bianco. *Venise*, 1598.... 1602.

De l'invention de la Poudre, par Collado. 1641.

Mines, Artifices, par Mortena. *Naples*, 1576.

Pyrotechnia; par Romani Adriani. 1611.

Il famosissimo Nicolo Tartaglio. Venise, 1538.

HOLLANDAIS.

Pyrotechnie, par Cranach. 1672.

Artillerie et Arsenaux, par Cœhorn. 1669.

La lumière de l'Artificier, par Vander-Tollen. 1701.

LATINS.

Liber ignium ad comburendum hostes, tam in mari quam in terra.

Pyrotechnia philosophica, par Davisonus. 1640.

L'Art de préparer les artifices, par Fortius. 1660.

Du nitre, avec le Commentaire des anciens et le nôtre; par Schelamer. 1709.

De la poudre à canon par Winter. 1698.

SUÉDOIS.

Sur les moyens d'augmenter la fabrication du salpêtre, par Granit. 1771.

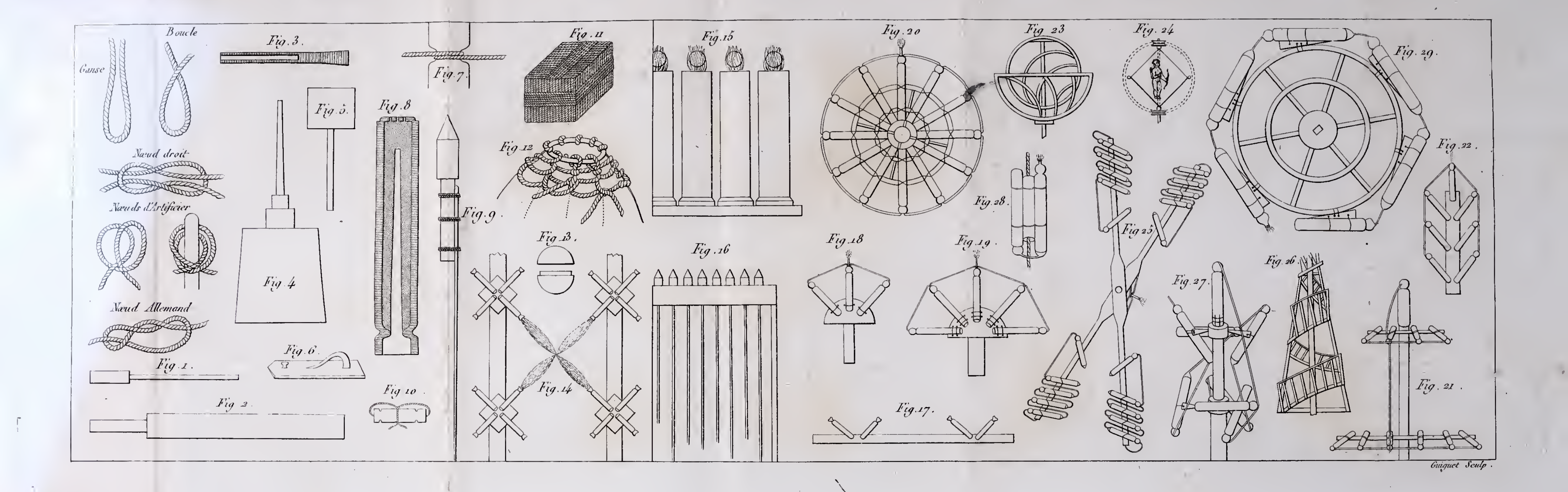
De la formation du salpêtre, par Karelberg. 1756.

Projet de moudre la poudre au moyen de cylindres, par Knutbergs. *Stockholm*, 1764.

Dissertation sur l'origine et la nature du salpêtre, par Wallérius. 1749.

FIN.

DE L'IMPRIMERIE DE CRAPELET,
rue de Vaugirard, n° 9.


Ganse
Boucle
Nœud droit
Nœuds d'Artificier
Nœud Allemand
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Guiguet Sculp.

Prix : 1 fr. 50 c.

Le texte du traité des champignons de M. *Paulet* se compose de 2 vol. in-4°., du prix de 18 fr.

LIBRAIRIE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 12, A PARIS.

COLLECTION DE MANUELS FORMANT UNE ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES ET DES ARTS.

Format in-18.

Depuis que les sciences exactes ont, par leur application à l'agriculture et aux arts, contribué si puissamment au développement de l'industrie agricole et de l'industrie manufacturière, leur étude est devenue un besoin pour toutes les classes de la société; les mathématiques, la physique, la chimie, sont des sciences qu'il n'est plus permis d'ignorer; aussi les traités de ce genre sont-ils aujourd'hui dans les mains des artisans et dans celles des gens du monde : mais on a généralement reconnu que la cherté de ces sortes de livres est un grand empêchement à leur

propagation, et que leur rédaction n'a pas toujours la clarté et la simplicité nécessaires pour faire pénétrer promptement dans l'esprit les principes qu'ils exposent. C'est pour remédier à ces deux inconvéniens que nous avons pris le parti de publier sous le titre de *Manuels* des traités vraiment élémentaires, dont la réunion formera une Encyclopédie portative des sciences et des arts, dans laquelle les agriculteurs, les fabricans, les manufacturiers et les ouvriers en tout genre trouveront tout ce qui les concerne, et par là seront à même d'acquérir à peu de frais toutes les connaissances qu'ils doivent avoir pour exercer avec fruit leur profession.

Les professeurs, les élèves, les amateurs, et les gens du monde, pourront y puiser des connaissances aussi solides qu'instructives.

Plusieurs de nos Manuels sont arrivés en peu de temps à une troisième et même à une quatrième édition; un si grand succès est une preuve évidente de leur utilité : aussi sommes-nous décidés à en continuer la publication avec toute la célérité possible; la rédaction des volumes à faire paraître est fort avancée, et nous croyons pouvoir promettre que cette intéressante Collection sera terminée avant peu.

Comme cette Collection est une entreprise entièrement philanthropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer, franc de port, à

l'adresse de *M. le Directeur de l'Encyclopédie, format in*-18, chez Roret, Libraire, rue Hautefeuille, n° 12, à Paris.

Tous les Traités se vendent séparément.

Les suivans sont en vente; les autres paraîtront successivement.

Pour les recevoir franc de port on ajoutera 50 *cent. par vol. in*-18.

Manuel d'Arpentage, ou Instruction sur cet art et sur celui de lever les plans; par M. *Lacroix, membre de l'Institut*. Un vol. orné de planches. 1826. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Arithmétique démontrée, à l'usage des jeunes gens qui se destinent au commerce, et de tous ceux qui désirent se bien pénétrer de cette science; par M. *Collin*, et revu par M. *R*...., ancien élève de l'École Polytechnique; 6e *édition*. Un vol. 1826. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Astronomie, ou Traité élémentaire de cette science d'après l'état actuel de nos connaissances, contenant l'Exposé complet du Système du Monde, basé sur les travaux les plus recens et les résultats qui dérivent des recherches de M. *Pouillet* sur la Température du Soleil, et de celles de M. *Arago* sur la densité de la partie extérieure de cet astre; par M. *Bailly*, membre de plusieurs sociétés savantes. Un vol. in-18, orné de planches, 1825. 2 fr. 50 c.

Manuel de l'Artificier, contenant les Elémens de la Pyrotechnie civile et militaire, leur application pratique à tous les artifices connus jusqu'à ce jour, et à de nouvelles combinaisons fulminantes; par *A. D. Vergnaud*, capitaine d'artillerie, et ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Un vol. orné de planches. 1826. 3 fr.

Manuel biographique, ou Dictionnaire historique abrégé des grands hommes, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; composé sur le plan du Dictionnaire de la Fable de Chompré; par M. *J. A. Jacquelin*, membre

de la Légion-d'Honneur, revu par M. *Noël*, inspecteur général des études, membre de la Légion-d'Honneur. Deux vol. in-18, 1825. 6 fr.

Manuel complet de Botanique, contenant les principes élémentaires de cette science, la Physiologie végétale, l'Analyse de tous les systèmes, tant naturels qu'artificiels, faits sur la distribution des plantes, depuis Théophraste jusqu'à ce jour; par M. *Boitard*. Un vol. orné de planches. 1826. 3 f. 50 c.

Manuel du Boulanger et du Meunier, ouvrage utile à ceux qui professent ces arts, et aux particuliers qui y trouveront des méthodes nouvelles perfectionnées et en même temps économiques, pour donner à chaque sorte de pain toute la qualité qu'il est susceptible d'acquérir; par M. *Dessables*. Un vol. 1825. 2 fr. 50 c.

Manuel théorique et pratique du Brasseur, ou l'Art de faire toutes sortes de Bières; contenant tous les procédés de cet art; suivi d'un exposé des altérations frauduleuses de la bière, et des moyens de les découvrir; traduit de l'anglais de Accum, par M. *Riffault*. Un vol. in-18, 1825. 2 fr. 50 c.

Ce volume, le plus portatif, est aussi le plus complet des ouvrages sur la bière. L'auteur a su, dans un style concis, le mettre à la portée de tout le monde.

Manuel du Chamoiseur, Maroquinier, Peaussier et Parcheminier, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, et toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts; par M. *Dessables*. Un vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel du Chasseur et des Gardes-chasses, contenant un Traité sur toutes les chasses, un vocabulaire des termes de vénerie, de fauconnerie et de chasse; les lois, ordonnances de police, etc., sur le port-d'armes, la chasse, la pêche, la louveterie; les formules des procès-verbaux qui doivent être dressés par les gardes chasses, forestiers et champêtres, suivi d'un Traité sur la pêche; par M. *de Mersan*. *Nouv. édit.* Un volume in-18, avec figures et musique, 1825. 3 fr.

Manuel abrégé de Chimie, ou Précis élémentaire de cette science dans l'état actuel de nos connaissances; par M. *Riffault*, traducteur de la *Chimie* de Thompson, du

Dictionnaire de Chimie de Andrew Ure, etc. Un volume in-18, 1825. 3 fr.

Manuel de Chimie amusante, ou nouvelles Récréations chimiques, faisant suite au précédent, contenant une suite d'expériences curieuses et instructives en chimie, d'une exécution facile, et ne présentant aucun danger; par *Frédérick Accum*, professeur de Chimie appliquée aux arts et manufactures; suivi de notes intéressantes sur la Physique, la Chimie, la Minéralogie, etc.; par *Samuel Parkes*, membre de la Société Royale; traduit de l'anglais par M. *J. Riffault*, ex-régisseur des poudres et salpêtres, membre de la Légion-d'Honneur. Un vol. in-18, 1825. 3 fr.

Manuel du Cuisinier et de la Cuisinière, à l'usage de la ville et de la campagne, contenant toutes les recettes les plus simples pour faire bonne chère avec économie, ainsi que les meilleurs procédés pour la pâtisserie et l'office; précédé d'un Traité sur la dissection des viandes, suivi de la manière de conserver les substances alimentaires, et d'un Traité sur les vins; par M. *Cardelli*, ancien chef d'office; 4e *édition*. Un gros volume in-18, orné de fig. 1826. 2 fr. 50 c.

Manuel des Demoiselles, ou Arts et Métiers qui leur conviennent, tels que la couture, la broderie, le tricot, la dentelle, la tapisserie, les bourses, les ouvrages en filets, en chenilles, en ganse, en perle, en cheveux, etc., etc.; enfin tous les Arts dont les Demoiselles peuvent s'occuper avec agrément; par madame *Élisabeth Celnart*. Un vol. orné de planches. 1826. 3 fr.

Manuel du Distillateur-Liquoriste, ou Traité de la Distillation en général; suivi de l'Art de fabriquer des Liqueurs à peu de frais, et d'après les meilleurs procédés; par M. *Lebeaud*. Un vol. 1826. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Draps, ou Traité général de la fabrication des Draps; par M. *Bonnet*, ancien fabricant à Lodève. Un vol. 1826. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Sucre et du Raffineur; par MM. *Blachette* et *Zoéga*. Un vol. 1826. 3 fr.

Manuel théorique et pratique des Gardes-Malades, et des personnes qui veulent se soigner elles-mêmes, ou *l'Ami*

de la santé, contenant un exposé clair et précis des soins à donner aux malades de tout genre, des attentions à apporter aux maladies de toute espèce, la manière de gouverner les femmes pendant leurs couches, les enfans au moment de la naissance, et généralement de ce qu'il importe le plus de connaître à tous ceux qui veulent se livrer au soulagement de l'humanité souffrante; par M. *Morin*, docteur en médecine. Un volume in-18; 2e *édition*. 1826. 2 fr. 50 c.

Géographe manuel (le nouveau), contenant la Description statistique et historique de toutes les parties du monde, leurs climats, leurs productions, leurs gouvernemens, le caractère de leurs habitans; la Description des principales villes, et leurs distances de Paris; les routes et distances de ces villes entre elles; une Notice sur les départemens de la France; leurs chefs-lieux; la Concordance des calendriers; une Notice sur les lettres de change, bons aux porteurs, billets à ordre, etc.; le Système métrique; la Concordance des mesures anciennes et nouvelles; les Changes et monnaies étrangères évaluées en francs et centimes; les hauteurs des lieux, les places les plus élevées du globe; les lieux originaires des principales productions de la terre, etc.: ouvrage indispensable à tous les voyageurs, négocians, et utile à toutes les personnes qui veulent avoir une idée générale de la terre, de ses divisions, de ses produits et de son commerce; par *Alex. Devilliers*. Un gros vol. in-18 de plus de 400 pages, orné de 7 jolies cartes; 2e *édition*. 1826. 3 fr. 50 c.

Manuel des Habitans de la campagne et de la Bonne Fermière; ou Guide pratique des travaux à faire dans la campagne pendant le cours de l'année, et où se trouve un grand nombre de nouveaux procédés d'économie rurale et domestique; par madame *Gacon-Dufour*. Un vol. 1826. 2 fr. 50 c.

Manuel complet, théorique et pratique du Jardinier, ou l'Art de cultiver et de composer toutes sortes de Jardins; ouvrage divisé en deux parties: la première contient la culture des jardins potagers et fruitiers, et la seconde, la culture des fleurs, et tout ce qui a rapport

aux jardins d'agrément, *dédié à M. Thouin*, ex-professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle, membre de l'Institut, etc., etc.; par M. *Bailly*, son élève. *Seconde édition*, revue, corrigée et considérablement augmentée; précédée de l'*Annuaire des travaux du Jardinier pour* 1825. Deux gros volumes in-18, de près de 900 pages, ornés de planches. 5 fr.

Il est le plus complet de ceux qui ont paru dans ce genre, et se fait remarquer par la modicité de son prix.

Manuel du Limonadier, du Confiseur et du Distillateur, contenant les meilleurs procédés pour préparer le café, le chocolat, le punch, les glaces, boissons rafraîchissantes, liqueurs, fruits à l'eau-de-vie, confitures, pâtes, esprits, essences, vins artificiels, loochs, juleps, pâtisserie légère, bière, cidre, eaux, pommades et poudres cosmétiques, vinaigres de ménage et de toilette, distillation de toutes les différentes espèces d'eau-de-vie, etc., etc.; par M. *Cardelli*. Un gros volume in-18. *Nouvelle édition*, 1825. 2 fr. 50 c.

Manuel complet de la Maîtresse de maison, et de la Parfaite Ménagère, ou *Guide pratique pour la gestion d'une maison à la ville et à la campagne*; par mad. *Gacon-Dufour*. Un vol. 2 fr. 50 c.

Manuel complet des Marchands de Bois et de Charbons, ou Traité de ce commerce en général, contenant tout ce qu'il est utile de savoir depuis l'ouverture des adjudications des coupes jusques et y compris l'arrivée et le débit des bois et charbons, ainsi que le précis des lois, ordonnances, réglemens, etc., sur cette matière; suivi de *nouveaux Tarifs* pour le cubage et le mesurage des bois de toute espèce, en anciennes et nouvelles mesures; par M. *Marié de l'Isle*, ancien agent du flottage des bois. Un volume in-18, 1825. 3 fr.

Manuel de Médecine et de Chirurgie domestiques, contenant un choix des remèdes les plus simples et les plus efficaces pour la guérison de toutes les maladies internes et externes qui affligent le corps humain. Un v. 2 f. 50 c.

Manuel de Minéralogie, ou Traité élémentaire de cette science d'après l'état actuel de nos connaissances; contenant la Description des Minéraux et leur classification, basées sur les découvertes les plus récentes;

par M. *Blondeau,* membre de plusieurs Sociétés savantes. Un gros vol. in-18 ; 2e *édition.* 1826. 3 fr.

Manuel du Naturaliste préparateur, ou l'Art d'empailler les animaux, et de conserver les Végétaux et les Minéraux; par M. *Boitard,* naturaliste. Un gros vol. in-18, 1825. 2 fr. 50 c.

Manuel du Parfumeur, contenant les moyens de confectionner les pâtes odorantes, les poudres de diverses sortes, les pommades, les savons de toilette, les eaux de senteur, les vinaigres, élixirs, etc., etc.; et où se trouve indiqué un grand nombre de compositions nouvelles; par mad. *Gacon-Dufour.* Un vol. in-18. 2 f. 50 c.

Manuel du Pâtissier et de la Pâtissière, à l'usage de la ville et de la campagne; contenant les moyens de composer toutes sortes de Pâtisseries, soit fortes, soit légères, ainsi que la conservation des viandes, des poissons, des fruits et légumes qui doivent y entrer; par la même, auteur de divers ouvrages d'économie, d'arts et de sciences. Un vol. in 18, 1825. 2 fr. 50 c.

Manuel de Physique, ou Elémens abrégés de cette science, mis à la portée des gens du monde et des étudians; contenant l'exposé complet et méthodique des propriétés générales des corps solides, liquides et aériformes, ainsi que des phénomènes du son; suivi de la nouvelle Théorie de la lumière dans le système des ondulations, et de celle de l'électricité et du magnétisme réunis; par M. *Bailly,* élève de MM. Arago, Biot. 2e édit. Un vol. in-18, 1825, orné de planch. 2 fr. 50 c.

Manuel théorique et pratique du Peintre en bâtimens, du Doreur et du Vernisseur; ouvrage utile, tant à ceux qui exercent ces arts qu'aux fabricans de couleurs, et à toutes les personnes qui voudraient décorer elles-mêmes leurs habitations, leurs appartemens, etc.; par M. *J. Riffault.* Un vol. in-18, 1826. 2 fr. 50 c.

Manuel de Perspective, du Dessinateur et du Peintre, contenant les Elémens de géométrie indispensables au tracé de la perspective, la perspective linéaire et aérienne, et l'étude du dessin et de la peinture, spécialement appliquée au paysage; par M. *Vergnaud,* ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Un vol. in-18, orné d'un grand nombre de planches, 1825. 3 fr.

Manuel pratique des Poids et Mesures, des Monnaies et du Calcul décimal; 12e édition. Un gros vol. 1826. 3 fr.

Manuel du Praticien, ou Traité complet de la Science du Droit, mise à la portée de tout le monde, où sont présentées les instructions sur la manière de conduire toutes les affaires, tant civiles que judiciaires, commerciales et criminelles qui peuvent se rencontrer dans le cours de la vie, avec les formules de tous les actes, et suivi d'un Dictionnaire administratif abrégé; par M. D....., avocat à la Cour royale de Paris. Un gros volume in-18, de plus de 500 pages, 1825. 3 fr. 50 c.

Manuel du Tanneur, du Corroyeur et de l'Hongroyeur, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, relativement à la préparation et à l'amélioration des cuirs, et généralement toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts; par M. *Chicoineau.* Un vol. orné de planches. 1825. 3 fr.

Manuel du Vétérinaire, contenant la connaissance générale des chevaux, la manière de les élever, de les dresser et de les conduire; la Description de leurs maladies et les meilleurs modes de traitement; des préceptes sur la ferrure; suivi de l'Art de l'équitation; par M. *Lebeaud.* Un vol. 1826. 3 fr.

Manuel complet, théorique et pratique, du Teinturier, comprenant l'art de teindre la laine, le coton, la soie, le fil, etc., ainsi que tout ce qui concerne l'*Art du Teinturier-Dégraisseur,* etc., etc.; Traité rédigé d'après les meilleurs ouvrages, et rendu d'une exécution facile pour toute personne qui désirerait s'occuper utilement de ces arts; par M. *Riffault*, ex-régisseur des poudres et salpêtres, etc., etc. Un gros vol. in-18, 1825. 3 fr.

Manuel théorique et pratique du Vigneron français, ou l'Art de cultiver la vigne, de faire les vins, les eaux-de-vie et vinaigres, contenant les différentes espèces et variétés de la vigne, ses maladies et les moyens de les prévenir; les meilleurs procédés pour faire, gouverner, perfectionner et conserver les vins, les eaux-de-vie et vinaigres, ainsi que la manière de faire, avec ces substances, toutes les liqueurs, de gouverner une cave, mettre en bouteilles, etc., etc.; enfin de profiter

avec avantage de tout ce qui nous vient de la vigne; suivi d'un coup d'œil sur les maladies particulières aux vignerons; par M. *Thiébaud de Bernéaud.* Un gros volume in-18; 2e *édition,* 1826, orné de planches. 3 fr.

Extrait du Catalogue de Roret, *Libraire.*

L'Art de plaire et de fixer, ou Conseils aux femmes; par *Lami.* Un joli vol. in-18, orné de gravures. 3 fr.

L'Art de choisir une femme et d'être heureux avec elle, ou Conseils aux hommes à marier; par *Lami.* Un volume in-18, figure. 3 fr.

L'Art de conserver et d'augmenter la Beauté, de corriger et déguiser les imperfections de la nature; par *Lami.* Deux jolis volumes in-18, ornés de gravures. 6 fr.

Cours de Thèmes pour les quatrième, troisième et seconde classes, à l'usage des colléges; par M. Planche, professeur de rhétorique au collége royal de Bourbon; ouvrage recommandé pour les colléges par le conseil royal de l'Université. 1 volume in-12, 1824, cartonné. 1 fr. 50 c.

Graissinet (*M.*), ou Qu'est-il donc? histoire comique, satirique et véridique, publiée par Duval. 4 vol. in-12, 1823. 10 fr.

Guide (nouveau) de la politesse, ouvrage critique et moral, par *Emeric; seconde édition,* 1822. Un vol. in-8. 5 fr.

Lettres sur les dangers de l'onanisme, et Conseils relatifs au traitement des maladies qui en résultent, par Doussin-Dubreuil. 1 vol. in-12. 1 fr. 50 c.

Manuel des Justices de paix, ou Traité des fonctions et des attributions des juges de paix, des greffiers et huissiers attachés à leur tribunal, avec les formules et modèles de tous les actes qui dépendent de leur ministère; auquel on a joint un recueil chronologique des lois, des décrets, des ordonnances du Roi, et des circulaires et instructions officielles, depuis 1790; et un extrait des cinq Codes, contenant les dispositions relatives à la compétence des justices de paix; par M. Levasseur, ancien jurisconsulte; *cinquième édition.* 1 gros vol in-8, 1824. 7 fr.

— Les Mémoires de l'ancienne Société d'agriculture de 1785 à 1791, forment 14 vol. in-8°. Prix : 60 fr.

NOTICE sur quelques races de chevaux, sur les haras et les remontes dans l'Empire d'Autriche; par M. *Huzard* fils. Paris, [illegible]823 [illegible] Prix [illegible] fr. 50 c. et 1 fr. 75 c.

NOUV[illegible] X [illegible] GRONOMIE et de physique vé[illegible] [illegible] de la vigne, de la fa[illegible] [illegible] C. MILCENT. P[illegible]

[illegible] la[illegible]tude, [illegible] des

Manuel d'Arpentage, ou Instruction sur cet art et celui de lever les plans, par M. Lacroix, membre de l'Institut. 1 vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Arithmétique démontrée, par M. Collin, 6e édit. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Astronomie, par M. Bailly, 2 fr. 50 c.

Manuel Biographique, ou Dictionnaire historique abrégé des grands Hommes, par M. Jacquelin; revu par M. Noël. 2 gr. vol. 6 fr.

Manuel du Boulanger et du Meunier, par M. Dessables. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Brasseur, ou l'Art de faire toutes sortes de bières, par M. Riffault. 1 v. 2 f. 50 c.

Manuel des Habitans de la Campagne. 1 vol. 2 f. 50 c.

Manuel du Chasseur et des Garde-Chasses, suivi d'un Traité sur la Pêche; par M. de Mersan. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie, par M. Riffault. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie amusante, par le même. 1 vol. 3 f.

Manuel du Cuisinier et de la Cuisinière, par M. Cardelli. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Demoiselles, par madame Elisab. Celnart. 1 vol. orné de pl. 3 fr.

Manuel du Distillateur-Liquoriste, par M. Lebeaud. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Draps, par M. Bonnet, anc. fabricant à Lodève. 1 v. 3 f.

Manuel des Garde-Malades, par M. Morin. 1 v. 2 fr. 50 c.

Le nouveau Géographe manuel, par M. Devilliers. 1 v. orné de 7 cartes. 3 fr. 50 c.

Manuel complet du Jardinier, dédié à M. Thouin; par M. Bailly. 2 vol. 5 fr.

Manuel du Limonadier, du Confiseur et du Distillateur, par M. Cardelli. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Marchands de Bois et de Charbons, suivi de nouveaux Tarifs du Cubage des bois, etc.; par M. Marié de l'Isle. 1 v. 3 fr.

Manuel de Médecine et de Chirurgie domestiques. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de Minéralogie, par M. Blondeau. 1 v. 3 fr.

Manuel du Naturaliste préparateur, par M. Boitard. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Parfumeur, par madame Gacon-Dufour. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Pâtissier et de la Pâtissière. 2 fr. 50 c.

Manuel du Peintre en bâtimens, du Doreur et du Vernisseur, par M. Riffault. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de Perspective, du Dessinateur et du Peintre, par M. Vergnaud. 3 fr.

Manuel de Physique, par M. Bailly. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Praticien, ou Traité de la science du Droit, par M. D..., avoc. 3 fr. 50 c.

Manuel du Tanneur, du Corroyeur, de l'Hongroyeur, par M. Chicoineau. 3 fr.

Manuel du Teinturier, suivi de l'Art du Dégraisseur; par M. Riffault. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Vigneron français, par M. Thiébaut de Bernéaud. 1 vol. 3 fr.